

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Механіко-машинобудівний інститут**

**Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»**

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»  
В.о. завідувача кафедри  
\_\_\_\_\_ О. А. Охріменко  
(підпис)  
“    ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Магістерська дисертація**  
**на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 131 Прикладна механіка

(код і назва)

на тему: Конструкторсько–технологічне забезпечення електричної  
платформи «odi» для людей з інвалідністю  
(комплексна магістерська дисертація)

Виконав (-ла): студент (-ка) 6 курсу, групи МІ-82мп  
(шифр групи)

Фіногєєв Денис Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, д.т.н., проф., Охріменко О.А.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**

**«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В.о. завідувача кафедри**

\_\_\_\_\_ **О. А. Охріменко**

(підпис)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студенту**

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ,

науковий керівник дисертації \_\_\_\_\_ ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Об'єкт дослідження \_\_\_\_\_

4. Предмет дослідження \_\_\_\_\_

5. Перелік завдань, які потрібно розробити \_\_\_\_\_

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу \_\_\_\_\_

7. Орієнтовний перелік публікацій \_\_\_\_\_

8. Консультанти розділів дисертації\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

\* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

# РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему: «Конструкторсько–технологічне забезпечення електричної платформи «odi» для людей з інвалідністю», містить 126 сторінки пояснювальної записки, рисунків – 63, таблиць – 28, використаних джерел – 46, та 1 макет.

**Актуальність теми.** Люди з інвалідними візками залежать від різних видів транспорту і вимушені чекати, поки інші будуть возити їх по місту. Проект «odi» дозволить збільшити автономність людей які переміщуються за допомогою інвалідного візка та свободу переміщення на великі відстані, коли вони цього хочуть, при цьому залишаючись екологічно чистим, оскільки це проект з максимально можливим використанням конструктивних рішень, матеріалів і технологій, які мають мінімальний вплив на викиди CO<sub>2</sub>.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Магістерська дисертація виконана на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у відповідності з тематичним планом науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України.

**Мета дослідження.** Створити проект, який дозволить покращити умови переміщення людей з інвалідністю з інвалідним візком.

## **Задачі дослідження:**

1. Огляд конструкцій та існуючих рішень, методів розрахунку основних параметрів.
2. Розробка загальної концепції, розрахунок параметрів, комп'ютерне моделювання рами транспортного засобу, оформлення конструкторської документації.

3. Розробити технологію виготовлення прототипу рами та провести випробовування.

4. Розробка стартап проекту.

**Об'єкт дослідження** – Інженерний дизайн електричної платформи «odi» для людей з інвалідністю.

**Предмет дослідження** – Параметри конструкції та технологія виготовлення рами транспортного засобу.

**Методи дослідження.** Аналіз інженерних рішень, методи активізації пошуку інженерних рішень (мозковий штурм), системний аналіз та відбір кращих рішень за системою критеріїв, ітераційний розвиток конструктиву, моделювання структури, компонентів та загального дизайну рішення в цілому та його компонентів спираючись на сучасні системи автоматизованого проектування та моделювання, а саме Autodesk Inventor, MatLab.

**Наукова новизна чи інноваційна ідея отриманих результатів.** Ідея полягає у створенні соціально - екологічного проекту, що покращить умови життя людей з обмеженими можливостями на інвалідному візку шляхом рішення проблеми переміщення містом та перевезення багажу у низькому ціновому сегменті.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розробка конструкції та технології виготовлення електричної платформи «odi» для переміщення осіб з обмеженими можливостями містом з можливістю перевезення багажу.

**Публікації.** По темі магістерської дисертації опубліковано доповідь на науковій конференції.

**Ключові слова:** обмежені можливості, електрична платформа, проектування, рама, транспортний засіб, екологія.

## Анотація

Люди з обмеженими можливостями на візках живуть з певним переліком щоденних проблем, однією з найвідчутніших є проблема переміщення в межах міста, оскільки інфраструктура України не адаптована для переміщення людей на візках без сторонньої допомоги.

Для вирішення цієї проблеми, були проаналізовані сучасні складності транспортного переміщення та тенденції виробництва альтернативних транспортних засобів. Як результат створено технічне завдання на розрахунок та конструювання електричної платформи «odi» для людей з обмеженими можливостями на візках (комплексна магістерська дисертація).

У даній роботі було розглянуто проблеми та можливі рішення розрахунку та конструювання просторової рами для електричної платформи «odi». Проведені аналізи: на навантаження штатною вагою та аналіз навантаження при подоланні перешкод. Результати аналізів впливали на зміну наступної за порядком ітераційної форми рами.

Побудовано у масштабі 1:1 прототип рами, проведені випробовування з візком для людей з обмеженими можливостями.

Ключові слова: просторова рама, електричний транспорт, екологічний транспорт, проектування, інженерний дизайн.

# Annotation

People with disabilities on wheelchairs live with a certain list of daily problems, one of the most sensitive is the problem of transporting within the city, as the infrastructure of Ukraine is not adapted to transport people on wheelchairs without assistance.

To solve this problem, the modern complexities of transport movement and the tendencies of production of alternative vehicles were analyzed. As a result, a technical task was created to calculate and construct an electric platform “odi” for people with disabilities on wheelchairs (comprehensive master's thesis).

This work deals with the problems and possible solutions of the calculation and design of the frame for the “odi” electric platform. The analyzes were made: on the nominal load weight and load analysis in overcoming obstacles. The results of the analyzes influenced the change of the frame following the order of iteration.

Built on a 1: 1 scale prototype frame, tested with a wheelchairs for people with disabilities.

Keywords: space frame, electric transport, ecological transport, design, engineering design.



## **Аннотация**

Люди с ограниченными возможностями на колясках живут с определенным перечнем ежедневных проблем, одной из самых чувствительных проблема перемещения в пределах города, так как инфраструктура Украина не адаптирована для перемещения людей на колясках без посторонней помощи.

Для решения этой проблемы, были проанализированы современные сложности транспортного перемещения и тенденции производства альтернативных транспортных средств. В результате создано техническое задание на расчет и конструирование электрической платформы «odі» для людей с ограниченными возможностями на колясках (комплексная магистерская диссертация).

В данной работе были рассмотрены проблемы и возможные решения расчета и конструирования пространственной рамы для электрической платформы «odі». Проведенные анализы: на нагрузку штатным весом и анализ нагрузки при преодолении препятствий. Результаты анализов влияли на изменение следующей по порядку итерационной формы рамы.

Построен в масштабе 1: 1 прототип рамы, проведены испытания с тележкой для людей с ограниченными возможностями.

Ключевые слова: пространственная рама, электрический транспорт, экологический транспорт, проектирование, инженерный дизайн.

## **Зміст**

ВСТУП.....	13
1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ .....	14
1.1 Дослідження в області транспортування осіб з інвалідним візком .....	14
1.2 Проблема безпеки людини в автомобілі.....	23
1.3 Методи розрахунку параметрів рами автомобіля.....	28
1.3.1 Вибір типу рами автомобіля .....	28
1.3.2 Методи розрахунку простору для користувача на візку .....	36
1.3.3 Методи розрахунку рами .....	39
1.3.4 Програми комп'ютерного моделювання .....	39
1.4 Аналіз типів труб для побудови моделі.....	42
1.5 Висновки розділу .....	44
2. КОНЦЕПЦІЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ .....	45
2.1 Опис загальної концепції рішення .....	45
2.2 Проектування візка.....	46
2.3 Проектування зони досяжності.....	49
2.4 Дизайн, зовнішні габаритні розміри.....	51
2.5 Поетапна побудова конструкції рами.....	52
2.6 Моделювання рами електрокару. Ітераційна історія.....	55
2.6.1 Ітерація 1 (рис. 2.11). .....	55
2.6.2 Ітерація 2 (рис. 2.12). .....	56
2.6.3 Ітерація 3 (рис. 2.13). .....	57
2.6.4 Ітерація 4 (рис. 2.14). .....	58
2.6.5 Ітерація 5 (рис. 2.15). .....	59
2.7 Статичний аналіз рами .....	62
2.7.1 Розрахунок зусиль .....	65
2.8 Вимоги безпеки рами .....	68
2.9 Відповідальні вузли.....	70
2.10 Висновки по розділу .....	71

3	ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РАМИ .....	72
3.1	Технологія виготовлення .....	72
3.2	Проектування складального стапеля .....	72
3.3	Технологія виготовлення стапеля .....	76
3.4	Зварювання середньо-вуглецевих сталей. ....	77
3.4.1	ММА зварювання.....	78
3.4.2	TIG зварювання.....	79
3.4.3	MIG/MAG зварювання .....	80
3.5	Створення прототипу рами .....	82
3.6	Висновки по розділу .....	87
4	СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	88
4.1	Опис ідеї проекту .....	88
4.1.1	Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї .....	88
4.2	Технічний аудит ідеї проекту .....	91
4.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту .....	92
4.3.1	Потенційні групи клієнтів.....	94
4.3.2	Аналіз ринкового середовища.....	95
4.3.3	Аналіз пропозиції.....	96
4.3.4	Аналіз умов конкуренції в галузі .....	98
4.3.5	Перелік факторів конкурентоспроможності .....	99
4.3.6	Аналіз сильних та слабких сторін .....	99
4.3.7	SWOT-аналіз стартап-проекту .....	101
4.3.8	Альтернативи ринкової поведінки .....	101
4.4	Розроблення ринкової стратегії проекту .....	102
4.4.1	Визначення стратегії та охоплення ринку.....	102
4.4.2	Формування базової стратегії розвитку .....	102
4.4.3	Вибір стратегії конкурентної поведінки.....	103
4.4.4	Стратегія позиціонування .....	104
4.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	104
4.5.1	Формування маркетингової концепції товару .....	104
4.5.2	Трирівнева маркетингова модель товару .....	105

4.5.3 Визначення цінових меж.....	106
4.5.4 Визначення оптимальної системи збуту .....	107
4.5.5 Розроблення концепції маркетингових комунікацій .....	107
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	109
Додатки.....	114
Додаток А – Стандартні розмірів користувачів на візках.....	115
Додаток Б – Стандартні розміри візка. ....	116
Додаток В – Профілі труб обраних для аналізу.....	117
Додаток Г – Розміри 3D креслення візка. ....	118
Додаток Д – Зони досяжності людей з обмеженими можливостями на візку.....	119
Додаток Е – Складальне креслення нижньої частини рами. ....	122
Додаток Є – Виробниче креслення нижньої частини рами. ....	123
Додаток Ж – Складальне креслення верхньої частини рами. ....	124
Додаток З – Специфікація рами.....	125

## ВСТУП

З розвитком людства та підвищенням стандартів життя людини, все більша увага приділяється соціальним вимогам до життя людей будь яких категорій. Однією з таких категорій є люди з обмеженими можливостями з інвалідним візком. Проблема якості умов самостійного переміщення таких людей піднімалась неодноразово і є досі актуальною.

Для вирішення цієї проблеми було вирішено переобладнувати вже існуючі автомобільні засоби, для можливості використання їх людьми з обмеженими можливостями, але це передбачає наявність вже існуючого транспортного засобу, та витратою коштів на його додаткове переобладнання.

Крім того необхідно враховувати, що останнім часом транспортні засоби, які мінімізують викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище набули широкої популярності. Використання такого транспортного засобу також дозволить зменшити витрати на паливе, оскільки вони оснащені електродвигунами, що з врахуванням порівняння цін на електроенергію та інші види пального, отриманого з переробки нафти, забезпечить високу популярність у користувачів.

Для вирішення описаних проблем необхідно розробити конструкцію та технологію виготовлення електричної платформи «odi» для переміщення осіб з обмеженими можливостями містом з можливістю перевезення багажу з максимально можливим використанням конструктивних рішень, матеріалів і технологій, які мають мінімальний вплив на викиди CO<sub>2</sub>.

Електрична платформа «odi» буде використовуватись на дорогах загального призначення де завжди наявна можливість зіткнення. Рама електричної платформи повинна забезпечувати достатній рівень безпеки користувача та відповідати вимогам безпеки на дорогах загального користування.

# **1. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ**

## **1.1 Дослідження в області транспортування осіб з інвалідним візком**

Різноманіття видів транспорту для людей з обмеженими можливостями, а саме з інвалідним візком, досить широке. Умовно їх можна поділити на дві категорії, а саме ті, де людина з обмеженими можливостями водій, та ті, де вона є пасажиром. Відповідно наступний рівень групи, де людина з обмеженими можливостями є водієм, можна поділити на модернізовані рішення серійних автомобілів, чи створені конкретно під вимоги людей з обмеженими можливостями, а саме з інвалідним візком. В свою чергу розробка може бути представлена як індивідуальний одномісний автомобіль, індивідуальний електричний візок, або мотор–колеса, що приєднуються до інвалідного візка.

Сучасним представником групи модернізованих транспортних засобів, де людина є водієм, є Ford Explorer BraunAbility MXV [1], зображений на рис. 1.1.



Рисунок 1.1–Ford Explorer BraunAbility MXV [1]

Ключовими особливостями цього автомобілю є збільшені розміри салону, автоматична рампа, розсувні двері, а також пасажирські та водійське крісла, які можна знімати, що дозволяє керувати автомобілем прямо з інвалідного візка.

Наступним представником є FORD TRANSIT CONNECT [2], зображений на рис. 1.2, з відкидною задньою рампою, що дозволяє розмістити в автомобілі до шести людей, враховуючи інвалідний візок.



Рисунок 1.2–FORD TRANSIT CONNECT [2]

Також даний автомобіль включає в себе стандартну гнучку плоску рампу, які складається коли не використовується та має вантажопідйомність до 1700 кілограм.

До групи розроблених рішень відноситься інвалідний візок з електроприводом HERO STAND UP Power Wheelchair [3], в якому передбачена можливість вертикалізації, зображений на рис. 1.3.

Візок використовується для реабілітації людей з обмеженими можливостями. До особливостей також можна віднести максимальну швидкість, яку може розвивати візок, до 10 км/год, та запас ходу на 20 км.



Рисунок 1.3—Інвалідний візок з електроприводом [3]

Ще одним рішенням з можливістю вертикалізації є розробка Tek RMD (Robotic Mobilization Device) [4]. Керування платформою здійснюється за допомогою джойстиків. Також дана розробка вважається найменшим моторизованим пристроєм для людей з обмеженими можливостями. (Рис. 1.4)



Рисунок 1.4—Tek RMD [4]

Ширина Tek RMD становить всього 42 см, а висота – 75 см, що дозволить долати вузькі ділянки, які не доступні на стандартних інвалідних крісел.



Наступним представником групи розробок є мотор–колеса, що кріпляться до інвалідного візка, перетворюючи його на скутер. Прикладом є розробка компанії Supreme Motors, привід UNA [5], зображений на рис. 1.5.



Рисунок 1.5–Мотор–колесо UNA для інвалідних візків [5]

Мотор–колесо забезпечує швидкість до 20 км/год, та дозволяє подолати відстань до 25 км на одному зарядові.

Ще одним представником групи розробок є електричний самокат Huka Pendel, який є екологічно чистим рішенням мобільності для людей з інвалідними візками, зображений на рис. 1.6 [6].



Рис 1.6– Електричний скутер Huka Pendel [6]

Huka Pendel має сучасний дизайн, та оснащений трьома колесами. Він має широкий отвір ззаду для заїзду інвалідного візка. Максимальна швидкість руху – 25 км/год, а запас ходу досягає 60 км.

Представником групи індивідуальних одномісних автомобілів для інвалідів є проект Kenguru, розроблений в Угорщині, який виробляється у Техасі [7]. Дизайн та концепція цього проекту, зображені на рис. 1.7, найближче підходять під поставлені цілі.



Рисунок 1.7–Індивідуальний автомобіль Kenguru [7]

Доступ до елементів керування автомобілем забезпечено безпосередньо з інвалідного візка через задні двері. Максимальна швидкість автомобіля Kenguru близько 50 км/год. Запас ходу від одного заряду батареї до 50 км.

Цікавим є дизайн одномісного автомобілю Equal [8], представлений на площадці стартап–проектів. До реалізації проект не дійшов. Дизайн проекту зображено на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Проект Equal [8]

Заплановані технічні характеристики цього автомобілю передбачають можливість автономного руху автомобіля до 100 км на швидкості до 50 км\год.

Ознайомившись з представленими прикладами різних розробок для людей з обмеженими можливостями, можна виділити наступні класифікаційні ознаки:

Степінь оригінальності;

Спрямованість;

Кількість коліс;

Захищеність.

Степінь оригінальності представлених виробів поділяє їх на модернізовані рішення та розроблені безпосередньо для людей з обмеженими можливостями. Спрямованість передбачає поділ за роллю людини, а саме чи є вона пасажиром чи водієм транспортного засобу. Кількість коліс виділяє фактичну кількість коліс, як наприклад у модернізованих рішень це чотири колеса, у електричних платформ їх три, а мотор-колесо передбачає конструкцію 1+2, де одне колесо є приводом руху, а два колеса – веденими колесами візка. Ознака захищеності має на увазі закритість та відкритість людини, під час руку.

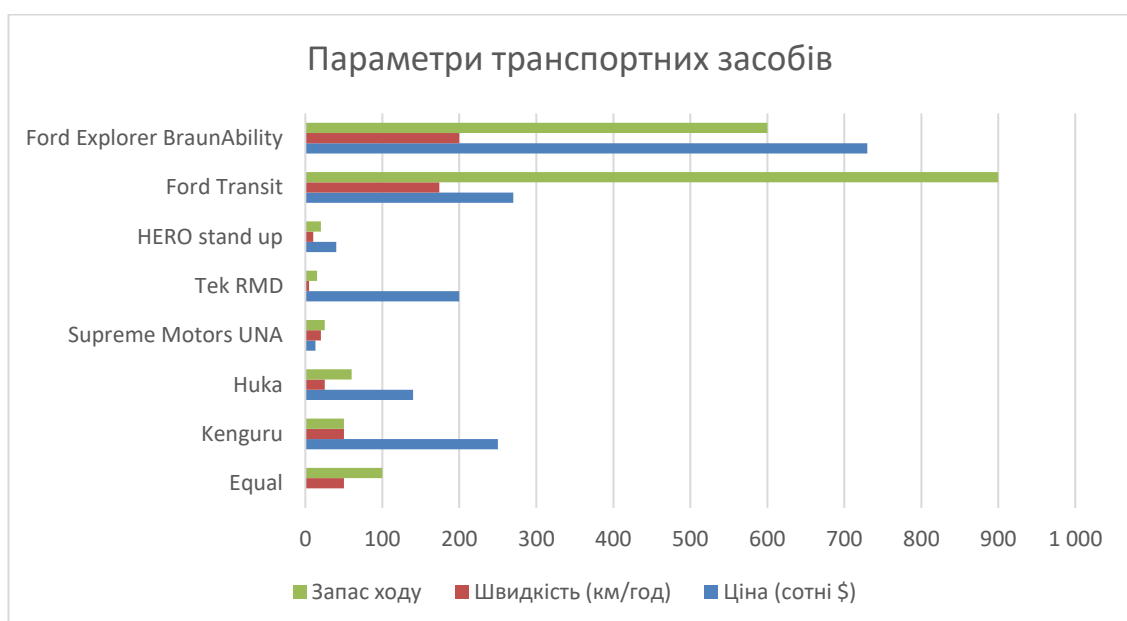
Врахувавши розглянуті вище приклади представників індивідуального транспорту та модифікацій для людей з обмеженими можливостями, а саме з інвалідним візком, складено узагальнюючу таблицю (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Порівняння параметрів транспортних засобів

	Ціна (\$)	Швидкість (км/год)	Запас ходу	Рік створення
Ford Explorer BraunAbility	73 000	200	600	2015
Ford Transit	27 000	174	900	2017
HERO stand up	4 000	10	20	2014
Tek RMD	20 000	5	15	2018
Supreme Motors UNA	1 300	20	25	2018
Huka	14 000	25	60	2017
Kenguru	25 000	50	50	2014
Equal		50	100	

Для наглядного порівняння параметрів вказаних у таблиці приведений графік можливостей кожного з вище зазначених транспортів (Графік 1.1).

Графік 1.1 -Параметри транспортних засобів



Головною перевагою варіантів з модифікованими автомобілями є великий запас ходу, що дозволить користувачу подорожувати на великі відстані без дозаправки. Також цей варіант дозволяє користувачеві подорожувати з пасажирами та великою кількістю багажу. Однак головна ідея проекту – переміщення в межах міста. Для такого типу переміщення не потрібен великий запас ходу чи габаритне багажне відділення.

Головним недоліком варіантів з модифікованими автомобілями є ціна, в порівнянні з додатковими модифікаціями або альтернативними транспортними засобами вона відрізняється у 2-50 разів. Фінансова сторона проекту вимагає розробку економічно привабливого транспортного засобу для Українського ринку.

В Україні люди з обмеженими можливостями на візку отримують державну допомогу, однак в більшості випадків вони не працевлаштовані. Для розуміння фінансової ситуації людина з обмеженими можливостями, в залежності від групи інвалідності отримує весь або певний відсоток від пенсії. Мінімальний розмір пенсії рівний прожиткового мінімуму. На грудень 2019 р прожитковий мінімум становить 1638 грн. [9]

Розподіл фінансової державної підтримки для людей з обмеженими можливостями по групам інвалідності наступний: «Величина пенсійних виплат для інвалідів 1, 2 і 3 групи визначається в відсотковому співвідношенні відповідно до норм ст. 33 ЗУ «Про загальнообов'язкове державне пенсійне страхування». Виплата пенсії здійснюється в наступному розмірі:

особам з інвалідністю I групи - 100% пенсії за віком

особам з інвалідністю II групи - 90% пенсії за віком

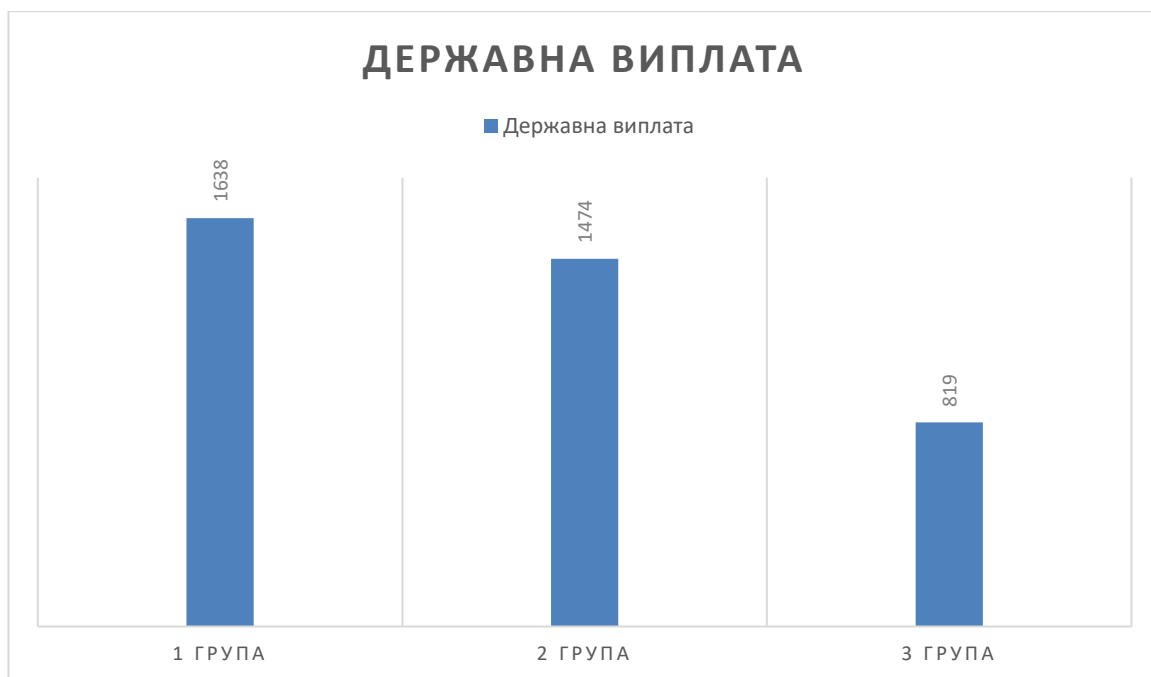
особам з інвалідністю III групи - 50% пенсії за віком» [10]

У фінансовому еквіваленті не працевлаштована людина з обмеженими можливостями в залежності від групи інвалідності у грудні 2019р. буде отримувати наступну фінансову підтримку:

особам з інвалідністю I групи – 1638 грн.

особам з інвалідністю II групи - 1 474,2 грн.

особам з інвалідністю III групи – 819 грн.



Беручи до уваги фінансову ситуацію потенційних клієнтів на ринку України по завершенню прототипу «odi» доцільним є розробка моделей економ, стандартної та повної комплектацій.

Враховуючи вимоги ринку та параметри необхідні для переміщення в межах міста за основу вирішено взяти дизайн проекту Kenguru, оскільки він найкраще підходить до поставлених задач. Також, враховуючи економічність та екологічність електродвигунів, разом з наростаючою популярністю електрокарів вирішено синтезувати на базі представлених проектів індивідуальний автомобіль для інвалідів з мотор – колесами, як основним приводом руху.

## 1.2 Проблема безпеки людини в автомобілі

Безпека людини – вимога, яку повинні задовольняти системи автомобіля. Усі вироби, моделі та прототипи що будуть використовуватись у автомобілі повинні відповідати загальноприйнятим вимогам безпеки [11]. Недотримання даних вимог може призвести до травм, інвалідності або летального результату у випадку ДТП.

Так, згідно даним правоохоронних органів України [12] за 2018р. відбулось понад 135 000 дорожніх аварій з них 3024 були летальними, що становить 2,24% від загальної кількості ДТП. Такі позитивні показники досягнуті дотриманням вимог комплексу безпеки усіх учасників дорожнього руху. В свою чергу безпека автомобіля характеризується чотирьома типами: активна, пасивна, після-аварійна та екологічна безпеки (див. табл. 1.2) [13]

Таблиця 1.2 – Характеристика безпеки автомобіля

### Безпека автомобіля

Активна	Пасивна	Екологічна
Тормозні властивості	Травмо-безпечність зовнішніх форм автомобіля	Допустимий рівень зовнішнього шуму
Стійкість	Ударостійкість кузова та рами	
Керованість	Травмо-безпечність елементів інтер'єра	Мінімальна токсичність відпрацьованих газів
Маневреність	Ремні безпеки	
Система зовнішнього освітлення	Підголовники	Допустиме задимлення
Ергономічні властивості		

**Активна безпека** – властивість автомобіля знижувати можливість ДТП і повністю його попереджати. Вона реалізується при небезпечних дорожніх ситуаціях, коли водій ще може змінити характер руху автомобіля.

Активну безпеку автомобіля забезпечують:

- тягово-швидкісні характеристики,
- гальмівні властивості,
- хороша стійкість,
- керованість,
- маневреність,
- зовнішнє освітлення,
- хороший кут обзору,
- комфорт водія.

**Пасивна безпека** – це властивість автомобіля зменшувати рівень наслідків ДТП безпосередньо під час удару. Проявляється коли водій уже не здатен керувати автомобілем та змінити характер його руху, тобто при зіткненні, наїзді чи перевероті. Розрізняють внутрішню пасивну безпеку, що знижує можливість травм водія та пасажирів, забезпечує збереження вантажу. Та зовнішню пасивну безпеку, яка зменшує можливість надання травм іншим учасникам ДТП.

**Внутрішня пасивна безпека.** До конструктивних заходів що забезпечують пасивну внутрішню безпеку належать:

- зменшення інерційних сил в процесі удару,
- обмеження переміщення людей всередині автомобіля,
- обмеження переміщення вантажів та інших об'єктів що знаходяться всередині автомобіля,
- висока міцність салону,
- ремні безпеки,



- подушки безпеки,
- безпечне рульове колесо,
- підголівники,
- міцне лобове скло.

**Зовнішня пасивна безпека.** До конструктивних заходів які забезпечують пасивну зовнішню безпеку відносяться:

- дизайн елементів корпусу,
- використання захисних приладів що попереджають попадання пішоходів під колеса машини,
- використання захисних приладів попадання малогабаритного транспорту під великогабаритні автомобілі.

**Екологічна безпека** – це властивість автомобіля зменшувати шкоду, що наноситься учасникам руху і навколишньому середовищу в процесі експлуатації. Екологічна безпека автомобіля забезпечується:

- допустимим рівнем зовнішнього шуму,
- мінімальною токсичністю відпрацьованих газів,
- допустим задимленням навколишнього середовища,
- використанням екологічно нешкідливих матеріалів,
- пристосованістю автомобіля до утилізації.

**Після-аварійна безпека** – властивість автомобілю зменшувати негативний вплив наслідків ДТП та запобігати новим. Реалізується завдяки пристосованості автомобіля до:

- евакуювання,
- пожежобезпечності,
- герметичності,
- наявності одного або декількох вогнегасників.

Основні вимоги до рами наступні: [14]

1. Мінімальна маса при необхідній довговічності, включаючи і корозійну стійкість яка повинна відповідати терміну дії автомобіля,
2. достатня для роботи агрегатів і вузлів автомобіля жорсткість,
3. форма рами (кузова) повинна забезпечувати зручність монтажу вузлів, малу висоту центру ваги,
4. форма і конструкція кузова автомобіля повинні забезпечувати необхідні комфортабельність, травмо-безпечність, а також відповідати вимогам моди,
5. загальні вимоги.

Мінімальна маса кузовів легкових автомобілів забезпечується застосуванням м'якої низьковуглецевої (через глибоку штамповку) листової сталі, товщина якої зазвичай зменшена до 0,8 мм. Рами автомобілів виробляються з листової сталі товщиною 2 - 4 мм (рами великих легкових автомобілів), 5 - 12 мм (лонжерони рам автобусів і вантажних автомобілів), 4 - 8 мм (поперечки рам автобусів і вантажних автомобілів).

Довговічність рами відповідає терміну використання автомобіля, повинна забезпечити термін роботи самої несучої конструкції, що перевищує довговічність механізмів, деталей і систем автомобіля, а також збільшити пробіг автомобіля до капітального ремонту і загальний пробіг в експлуатації.

Жорсткість несучої системи запобігає порушенню умов роботи деталей і механізмів автомобіля. Вона повинна забезпечити постійне, взаємне положення елементів на несучій системі при будь-яких умовах і режимах руху, а також запобігти поломкам або зриву кріплення механізмів чи заклинювання вікон, дверей кузова.

Достатня жорсткість рами зазвичай забезпечується згином лонжеронів при крученні а також поперечними балками необхідної висоти і товщини. Для

підвищення жорсткості кузовів використовують закриті або відкриті профілі, що утворюють каркас, або додаткові ребра.

Низьке положення центра ваги автомобіля підвищує його стійкість і, отже, безпеку на високих швидкостях. Значний хід підвіски повинен збільшити плавність ходу і прохідність автомобіля, а великі кути повороту керованих коліс - поліпшити керованість і маневреність автомобіля.

Внутрішня травмо-безпечність кузова забезпечується зменшенням інерційних навантажень при ударах спереду і ззаду (наприклад, створення більш жорсткого салону при менш жорсткою передній і задній частинах автомобіля), обмеженням переміщення людей при аваріях (застосування ременів і подушок безпеки), усуненням травмонебезпечних деталей, збереженням життєвого простору при перекиданні.

Зовнішня травмо-безпечність кузова забезпечується вдосконаленням бамперів, усуненням травмонебезпечних деталей і виступів, застосуванням бічних і задніх обмежень на кузовах вантажних автомобілів, а в деяких випадках додаванням захисних пристосувань, що зменшують травми пішоходів при наїзді на них.

Проектування рами відноситься до внутрішньої пасивної безпеки. Основою задачею якої є збереження користувачів транспортного засобу від травм, що можливо отримати у ході ДТП. Рама повинна задовольняти габаритні розміри для допуску на дорого загального користування, об'єм внутрішнього простору для комфорту користувача, достатню міцність, ремонтпридатність внутрішніх елементів транспорту та достатній рівень евакуювання.

## **1.3 Методи розрахунку параметрів рами автомобіля**

### **1.3.1 Вибір типу рами автомобіля**

Рама автомобіля - несуча система автомобіля, що представляє собою «скелет», на який кріпляться кузов, двигун, деталі трансмісії, підвіска. Отримана конструкція називається шасі. Рамне шасі в більшості випадків може переміщатися по дорозі окремо від кузова автомобіля. [15]

Рама автомобіля працює в важких умовах і при великих навантаженнях. Вона піддається згину і крученню. При виборі потрібно враховувати майбутні навантаження, що буде витримувати рама, габаритні розміри, вартість виготовлення та складність виробництва.

Типи рами які зарекомендували себе:

- лонжеронна,
- х – подібна,
- просторова,
- периферійна.

#### **Лонжеронна рама**

До складу лонжеронної рами (рис. 1.9) входять: кілька поперечних вставок, які називають «траверсами», пара поздовжніх лонжеронів (так називають головний силовий елемент несучої конструкції, що представляє собою короб складної форми, виконаний з металу), кронштейни та кріплення, призначені для установки на них кузова автомобіля і різних агрегатів. [15]

Виділяють Х-подібні, К-подібні, а також трубчасті поперечні вставки. Їх призначення полягає у збільшенні жорсткості конструкції до максимально можливої. Для виготовлення траверс зазвичай використовується гнутий металевий профіль.



Рисунок 1.9 – лонжеронна рама

Для лонжеронів найбільш характерним є змінний по довжині П-подібний швелер. У більш навантажених ділянках конструкції висоту перетину швелера збільшують.

Лонжерони можуть розташовуватися паралельно відносно один одного або під певним кутом. Крім того, можуть встановлюватися зігнутими у вертикальній або горизонтальній площині. Паралельне розташування використовується головним чином на вантажних транспортних засобах. Інші схеми використовуються у позашляховиках. За рахунок установки лонжеронів під кутом можна отримати максимальний кут повороту колес автомобіля. Згини у вертикальній площині виконуються для зниження центра ваги та підвищення рівня пасивної безпеки в разі можливого бокового зіткнення. Водночас це суттєво знижує рівень підлоги автомобіля.

### **Х-подібна рама**

Різновид лонжеронної рами, головною особливістю якого є об'єднання бокових лонжеронів в центрі конструкції, це дозволяє зменшити вагу за рахунок відсутності поперечних балок. Стійкість такої рами досить висока. Однак витривалість на кручення низька і відчутна частина навантаження при осьовому крученні припадає на кузов або об'єднувальні елементи. Це потрібно брати до уваги при конструюванні відповідної рами. [16]

Загальна риса всіх Х-образних рам (рис. 1.10) - їх лонжерони в середній частині зближені один з одним настільки, що між ними залишається місце тільки для приводного валу, що передає обертання з силового агрегату на задній міст. При цьому секція рами зі зближеними лонжеронами може бути як закритою, утворюючи свого роду трансмісійну трубу, так і відкритою.



Рисунок 1.10 – Х-подібна рама

У будь-якому випадку, привід заднього моста на автомобіля з Х-образною рамою як правило здійснюється звичайним карданним валом з двома або трьома шарнірами.

### **Просторова рама**

Просторова рама (рис. 1.11) являє собою несучу конструкцію у вигляді клітки що закриває з різних сторін частини авто. До неї кріпляться всі елементи конструкції і декоративні елементи кузова. Легка, міцна з добре прогнозованою деформацією, така рама, практично, являє собою несучий гоночний каркас і несучу раму одночасно. У серійних авто зустрічається вкрай рідко через низьку технологічність і складність виготовлення. Найкраще з-поміж усіх інших типів

рам адаптується під конкретні навантаження, тому має найкращі показники міцності у порівнянні з власною вагою. [17]

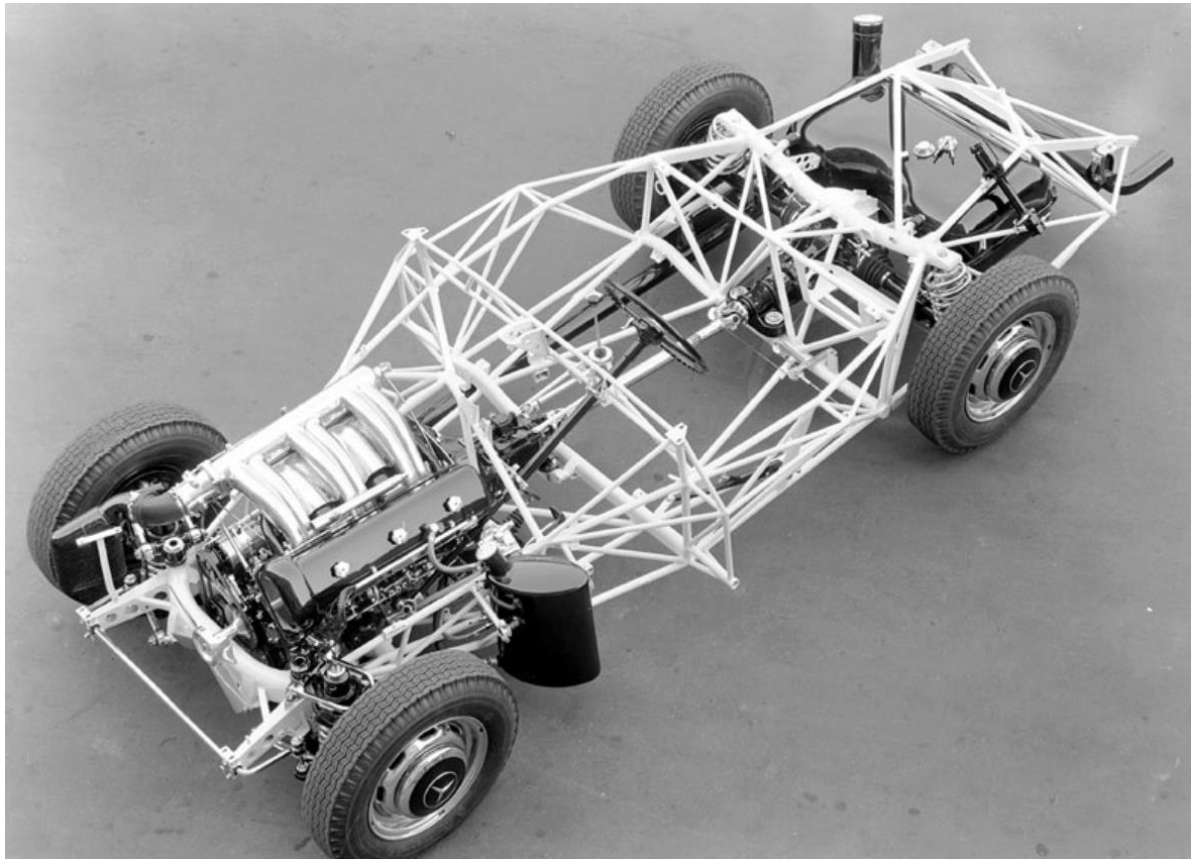


Рисунок 1.11 – просторова рама.

Застосовується при будівництві суперкарів або гоночних болідів. У 90-их роках було виготовлено кілька серійних преміум моделей не спортивних автомобілів, оснащених просторовими рамами, але на даний момент такий тип рами не використовується у серійному виробництві. Має велику кількість переваг та декілька недоліків. Головним недоліком цієї конструкції є - ціна. Так як для серійного виробництва однієї рами просторового типу потрібно більше часу ніж для будь-якої іншої конструкції, тому серійне авто з просторовою рамою це або над дорогі суперкари, або споруджувані в одиничних екземплярах гоночні авто.



## Периферійна рама

Розглядається як різновид лонжеронної [18]. У такої рами відстань між лонжеронами в середній частині збільшено настільки, що при установці кузова вони знаходяться безпосередньо за порогами дверей (рис.1.12). Так як слабкими місцями такої рами є місця переходу від звичайної відстані між лонжеронами до збільшеної, в цих місцях додають спеціальні вузли посилення, (аналогічні силові елементи - розкоси - нерідко є і на автомобілях з несучим кузовом в місцях переходу від передніх і задніх лонжеронів до коробу). Це рішення дозволяє істотно опустити підлогу кузова, розмістивши його повністю між лонжеронами, а отже - зменшити загальну висоту автомобіля.



Рисунок 1.12 – периферійна рама.

Крім того, розташування лонжеронів безпосередньо за порогами кузова сприяє підвищенню безпеки автомобіля при боковому зіткненні.

На відміну від звичайної лонжеронної рами, що є основною несучою системою автомобіля, периферійна рама як правило здатна сприймати



згинальний момент тільки в зборі з кузовом, який в цьому випадку є напівнесучим.

Головною причиною збереження рами як окремої складальної одиниці в даному випадку є спрощення складання автомобіля на заводі за рахунок попередньої збірки на рамі всіх основних елементів. На завершальному етапі виготовлення автомобіля, уже зібраний кузов з усім устаткуванням опускається на готове рамне шасі. Такий процес набагато простіший з технологічної точки зору, ніж почергове встановлювання елементів один за одним. Кузовний ремонт також зазнає суттєвого спрощення, так як силові елементи мають просту форму і легко можуть бути замінені.

Кожен з представлених видів конструкції рами має свої переваги та недоліки, наявність яких спричинені вимогами виробництва, економічності, ремонтпридатності чи області застосувань автомобіля. Узагальнення характеристик типів рам представлена нижче.

### Лонжеронна рама

#### Переваги:

- Міцність
- Низький центр мас
- Ремонтпридатність

#### Недоліки:

- Малий кут повороту коліс
- Велика вага
- Ціна

### Х-подібна рама

#### Переваги:

Міцність  
Ремонтопридатність  
Захищеність приводного валу

#### Недоліки:

Малий кут повороту коліс  
Мала витривалість крученню  
Ціна

### Просторова рама

#### Переваги:

Адаптивність  
Легка вага  
Міцність

#### Недоліки:

Ціна  
Складність збірки  
Велика кількість вузлів

### Периферійна рама

#### Переваги:

Міцність  
Низький центр мас  
Захист боковому удару

#### Недоліки:

Ціна  
Слабкість на згин  
Малий кут повороту коліс

Враховуючи вимоги електрокару «odi», а саме:

- запас ходу що залежить від акумуляторів
- перевезення одного користувача з обмеженими можливостями на візку
- потужності дрібносерійного виробництва
- мінімальна вага

Було обрано проектувати раму просторового типу оскільки вона забезпечує достатню різноманітність геометричних форм, враховуючи унікальність сфери користування. Також не велика вага по відношенню до інших типів рам, дозволить отримати більший запас ходу. Головним недоліком є велика кількість вузлів рами, які потребують виконання у відповідності до стандартів зварювання [19].

### 1.3.2 Методи розрахунку простору для користувача на візку

Труднощами проектування просторової (трубної) конструкції рами для користувача на візку є ергономіка внутрішнього місця. Розташування та запас вільного простору а також доступність елементів керування у зоні комфортної досяжності користувача з візку.

Звичні для автомобілів стандарти [20] розмірів посадочних місць (рис. 1.13) будуть не відповідними у випадку використання візка як посадочного місця.

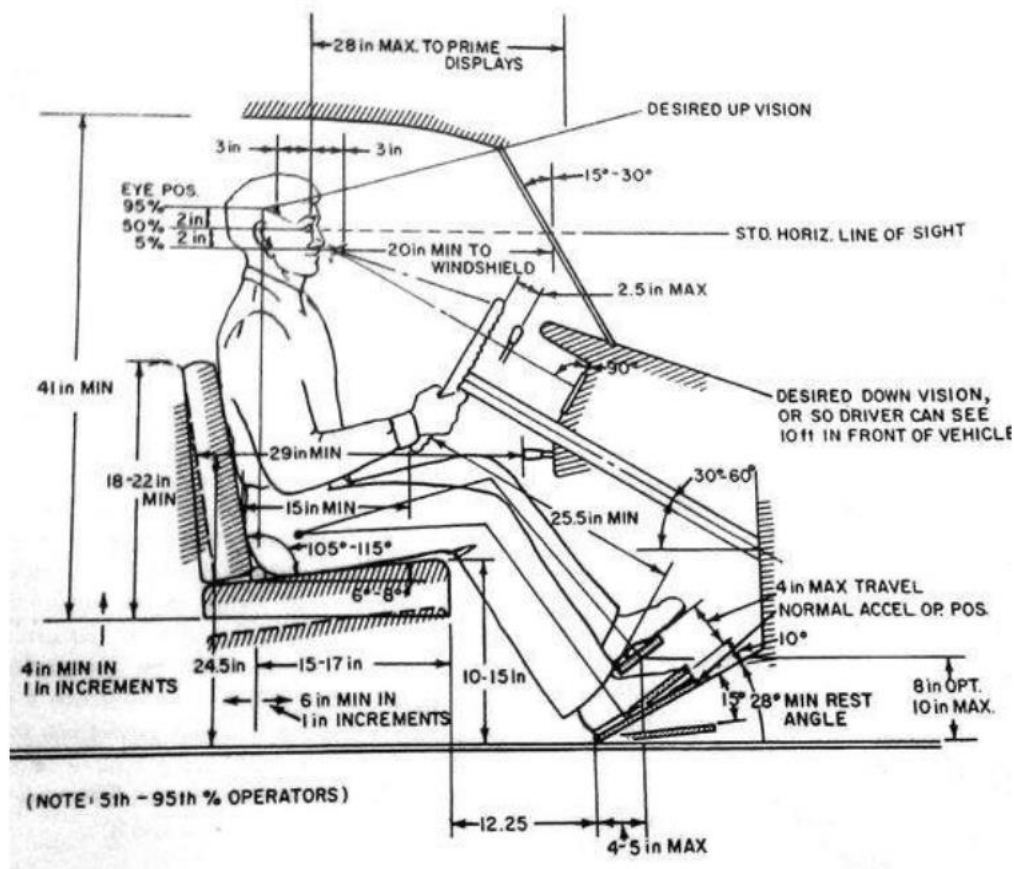


Рисунок 1.13 – стандартні ергономічні розміри місця водія

Основними відмінностями у ергономіці середньостатистичного користувача автомобіля та користувача на візку є:

### Діапазон вільного простору

При отриманні травм нижньої частини тіла, а саме ніг – користувач буде подорожувати з нанесеним гіпсом поверх хворої кінцівки. Відповідно до норм

лікування пацієнтів – хворим забороняється опускати загіпсовану кінцівку вертикально на довгий період часу. Для вирішення цієї проблеми на візок монтують додаткову оснастку – підтримку хворої кінцівки у вигляді конструкції з двох труб та натягнутою м'якою тканиною між ними. В свою чергу це збільшує вимоги до внутрішніх габаритів на 200-400мм (рис 1.14). Для детальнішого ознайомлення дивись (Додаток А).

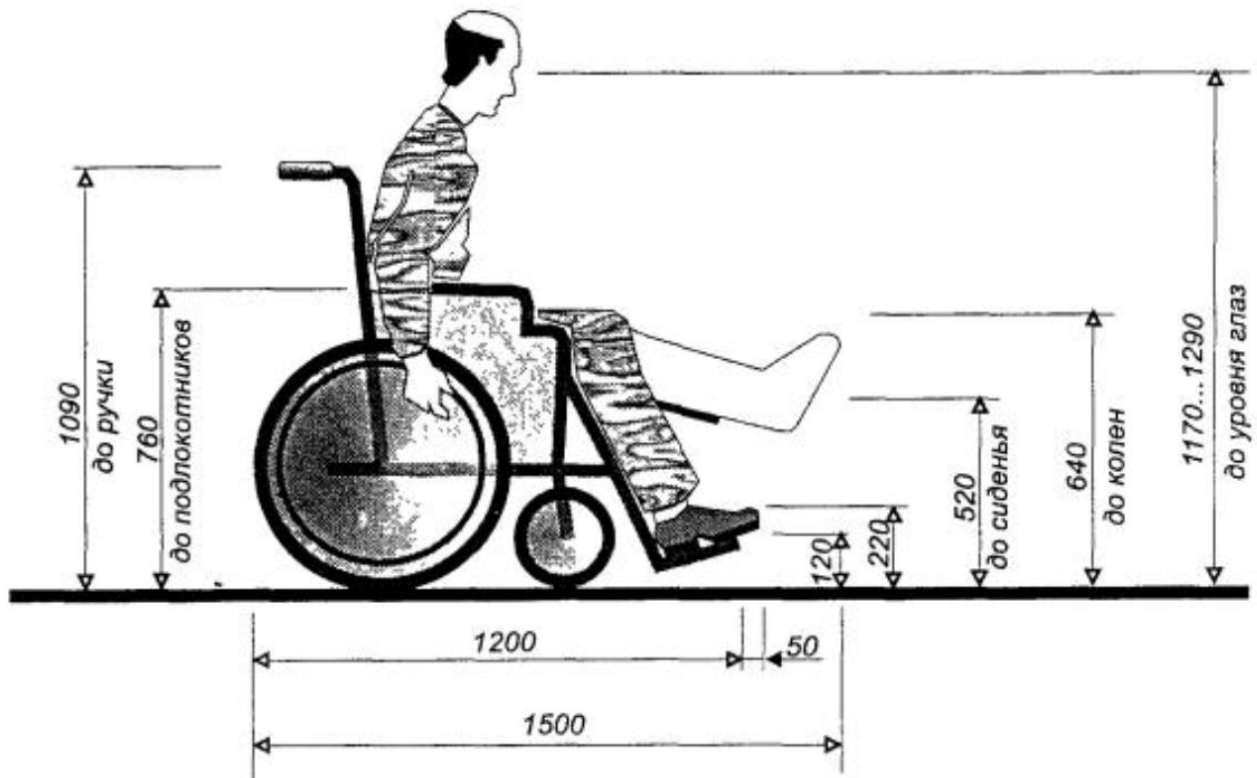


Рисунок 1.14 – Стандарт розмірів при загіпсованій нозі [21]

#### *Необхідність місця для маневрування візком*

Водій з обмеженими можливостями на візку, на відміну від середньостатистичного водія, потребує додаткового простору всередині салону для зручного переміщення на візку. Так, для забезпечення комфортних габаритних розмірів потрібно враховувати той момент що стандартизовані візки розраховані для користувачів різної вагової категорії. Відповідно габаритні розміри візків відрізняються.

Technical drawings of a treadmill showing front and side views with dimensions.

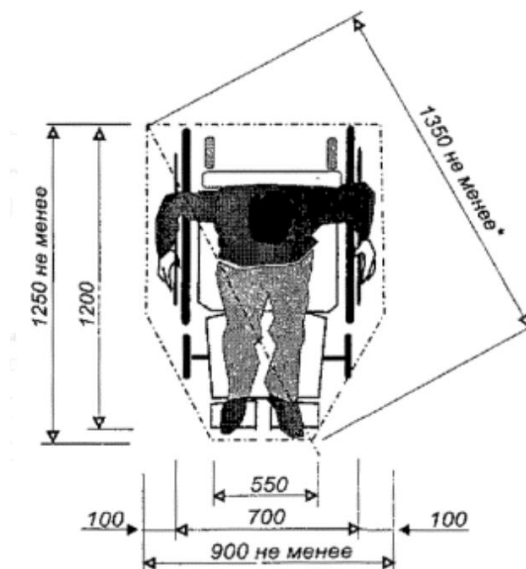
**Front View (Left):**

- Overall width: 900
- Overall height: 1050...1200
- Footplate width: 700 (consisting of 75 + 550 + 75)
- Handrail height from footplate: 50...60

**Side View (Right):**

- Overall width: 700
- Overall height: 950...1090
- Handrail height from base: 760
- Handrail depth: 550
- Base height from ground: 50...60
- Base width: 460...520

Мінімально допустимі габаритні розміри людини на візку представлені на рисунку 1.16 [21]



38

### **1.3.3 Методи розрахунку рами**

Розрахунок рами буде проводитись через навантаження обраної просторової моделі у різних змодельованих ситуацій: стан спокою, нерівномірне навантаження (коли одне з трьох коліс у повітрі) та при подоланні перешкоди певної висоти.

Виконання аналізу можливо проводити двома методами – розрахунок через системи моделювання об'єктів, такі як: Autodesk Inventor, Fusion 360, SolidWorks, CATIA.

Другий метод – аналітичне виконання аналізу, тобто побудову кінематичних схем, та відповідно до розрахунків – епюр навантажень. Покрокові розрахунки та аналітика результатів.

Прогресивнішим та надійнішим є метод комп'ютерної симуляції, переваги наступні:

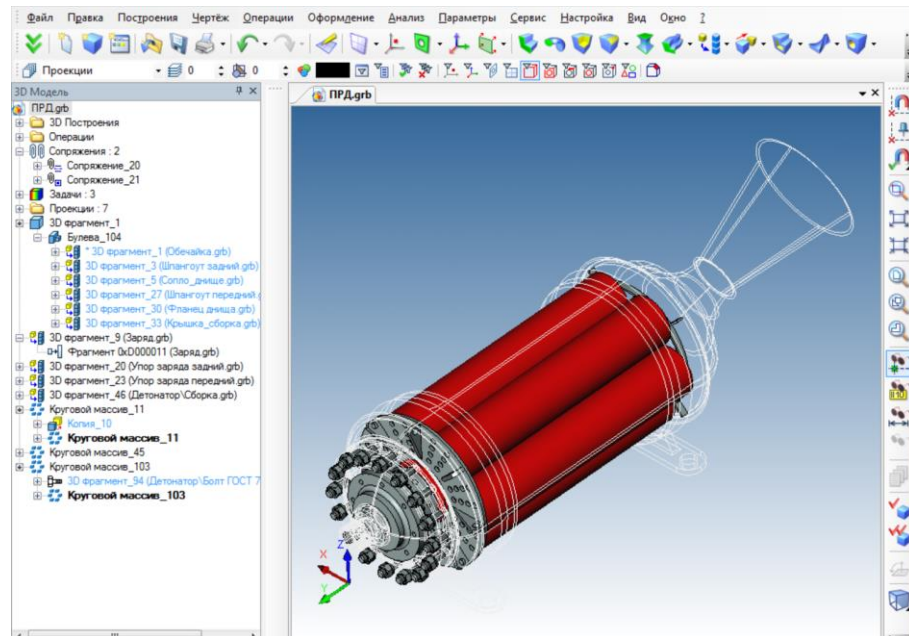
- можливість отримати результат аналізу у візуальному представленні
- відсутність людського фактору на стадії розрахунків
- можливість швидко змінити метод аналізу
- моделювання відхилень в залежності від матеріалу

### **1.3.4 Програми комп'ютерного моделювання**

В останні роки моделювання та аналіз готових CAD моделей став невід'ємною частиною будь-якого виробництва. В залежності від вимог комп'ютерного аналізу підбирається відповідне програмне рішення.

Прогресивний аналіз моделей дозволяє дізнатись майбутню поведінку системи в умовах близьких до реальних.

Таким чином, проводять моделювання ракетних двигунів з їх майбутнім аналізом на сприйняття майбутнього навантаження у програмному забезпеченні T-FLEX CAD (рис. 1.17) [22]



Задача: "Задача\_0"  
 Перемещения, модуль, м  
 Масштаб перемещений: 392.74

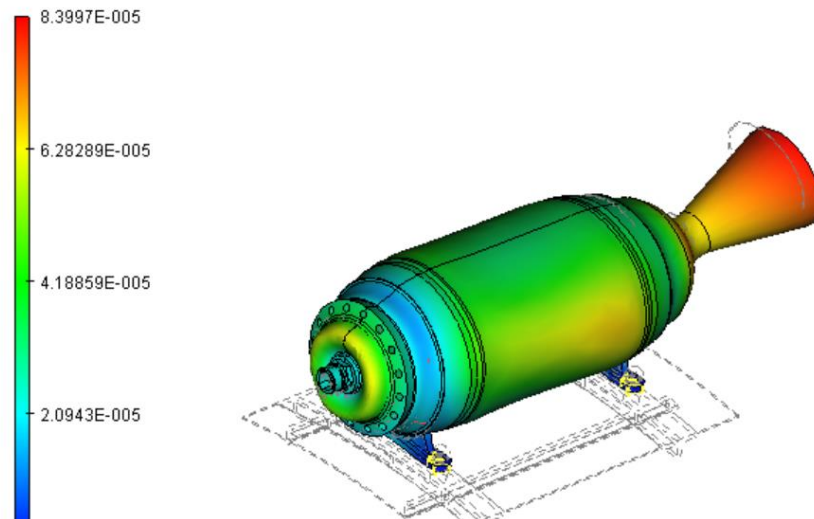


Рисунок 1.17 – моделювання та аналіз ракетного двигуна в CAD системі T-FLEX

Більш популярні CAD системи мають вбудовану підпрограму аналізу моделей. Як правило підпрограми здатні виконувати загальні аналізи, однак для точних та професійних аналізів їх не достатньо. Для професійного аналізу скачуються додаткові програми, що вмонтовуються в систему роботи головного програмного забезпечення і надають більші можливості. Приклад : Autodesk Inventor [23] та Autodesk Flow Design (рис. 1.18)



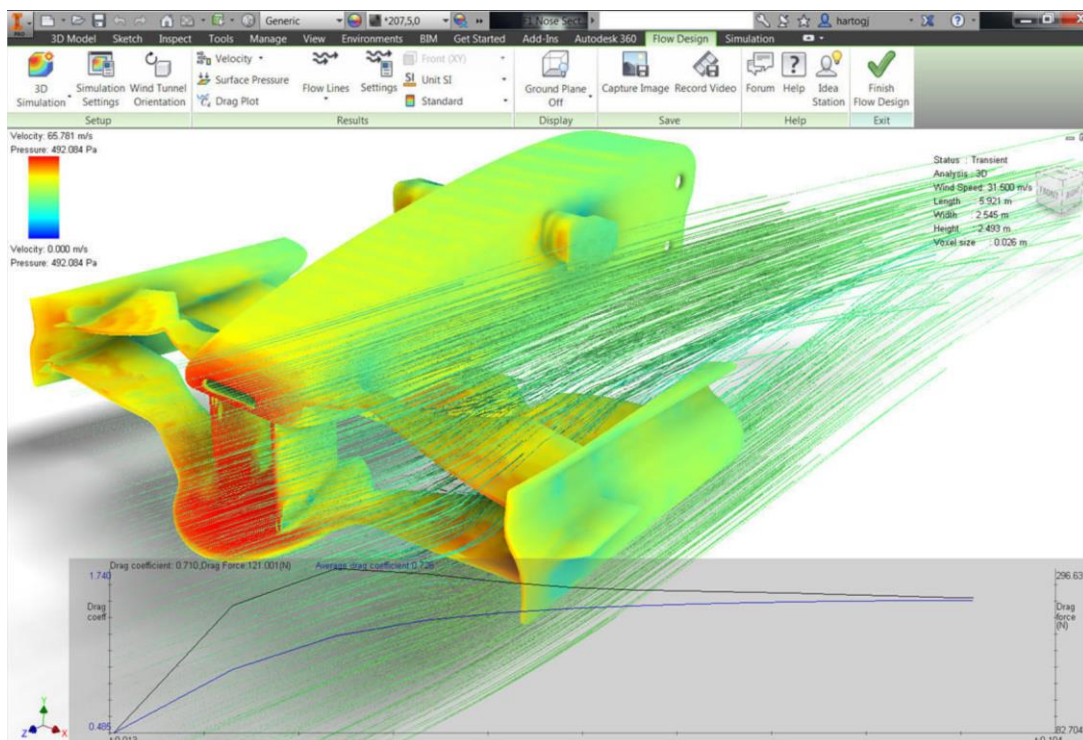


Рисунок 1.18 – Аналіз носової частини гоночного боліда у симульованій аеротрубі Autodesk Flow Design.

Конкурентом Autodesk Inventor в Європі та країнах СНГ є програмне забезпечення SolidWorks [24] (рис. 1.19). Принцип побудови моделей у вище вказаних програмних рішень ідентичний. Різниця спостерігається у поодиноких функціях та принципах логічної роботи з моделями і збірками.

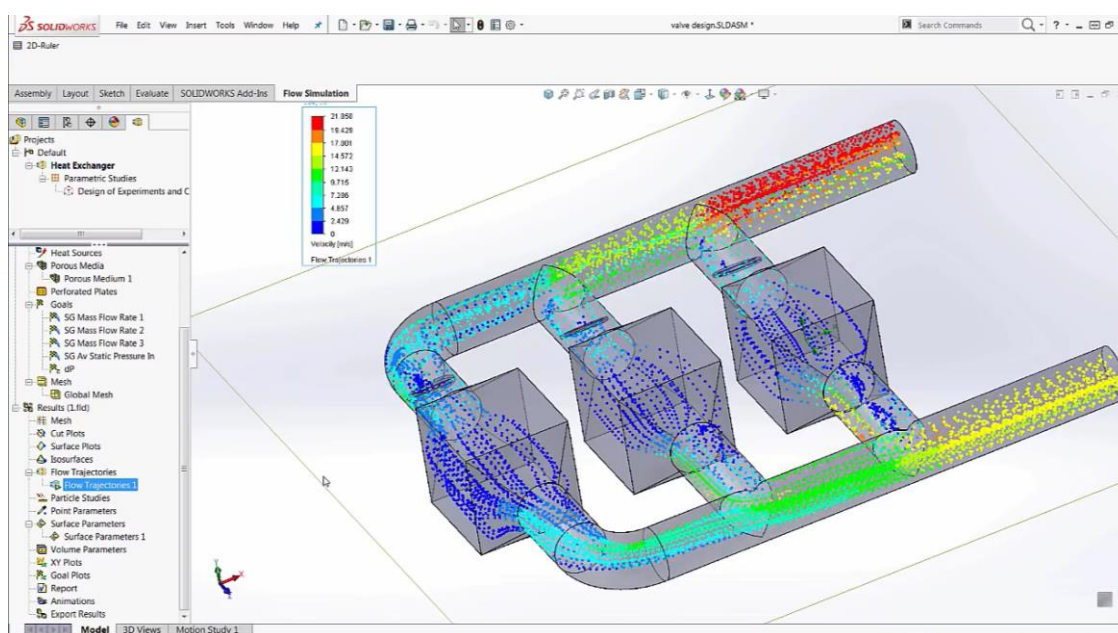


Рисунок 1.19 – Аналіз повітряного потоку в програмному забезпеченні SolidWorks.

Для отримання кращих результатів комп'ютерного моделювання та аналізу інженеру слід використовувати те програмне забезпечення, з яким він чи вона найкраще ознайомлені.

У моєму випадку досвід в програмах наступний:

- Autodesk Inventor – 2 роки навчання за загальним курсом, участь в олімпіаді по програмному забезпеченню, більше 40 проектів виконаних по завданням.
- Solidworks – самостійне вивчення, один рік користування, близько 15 проектів виконаних по завданням.
- T-FLEX – узагальнене розуміння про програмний продукт, не було загального чи самостійного навчання.

За результатами вище вказаного я обираю програмне забезпечення Autodesk Inventor (рис. 1.20) для моделювання та аналізу рами автомобіля «odi». А саме – безкоштовну студентську ліцензію на три роки.



Рисунок 1.20 – логотип програмного забезпечення Autodesk Inventor.

#### **1.4 Аналіз типів труб для побудови моделі**

Для ефективного виробництва потрібно вибрати оптимальні за характеристиками та ціною труби. До характеристик належать не лише фізичні показники, також потрібно враховувати ремонтпридатність та придатність матеріалу до монтажу і сварки.

Для аналізу буде використано два, найбільш розповсюджених типів труб, з подібним за значенням поперечним перерізом. Припустимо що максимальна довжина труби рами становитиме 2500 мм. Далі, використовуючи програмне забезпечення Autodesk Inventor проводимо аналіз навантаження.

Відповідно до габаритних вимог було обрано трубу круглого перерізу 28х2мм (ДСТУ 8734-75) [25] та труба квадратного перерізу 25х25х1.5мм (ДСТУ 8639-82) [26]. Для детальнішого ознайомлення дивись додаток В.

Під час проведення аналізу було використана методика розрахунку машини у статичі [27].

На рисунку 1.21 зображено результативні криві зміщення у масштабі 5:1, стрілками вказано криву труби з круглим перерізом.

На рисунку 1.22 зображено результативні епюри вертикальних сил, стрілкою вказано трубу з круглим перерізом.

Результати аналізу, а саме відхилення труб від початкового стану у мм, та граничні показники сили у Н представлені в таблиці 1.3.

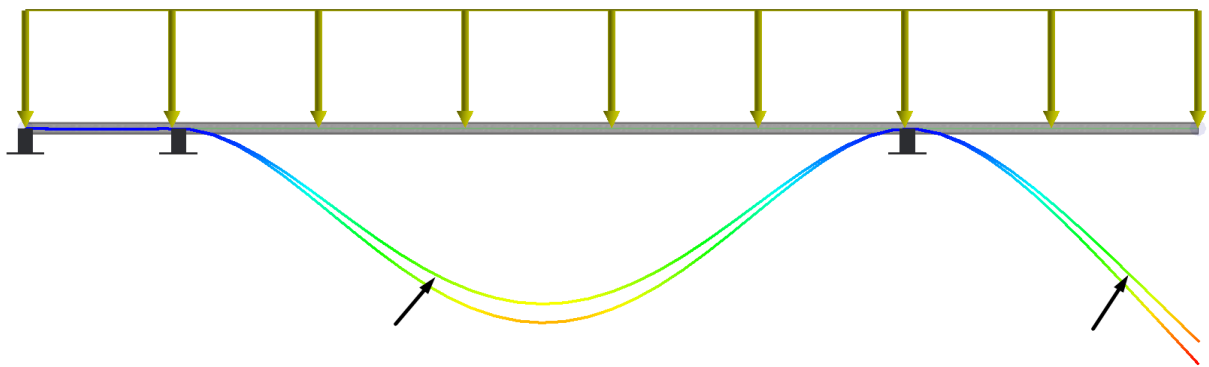


Рисунок 1.21 - Криві зміщення.

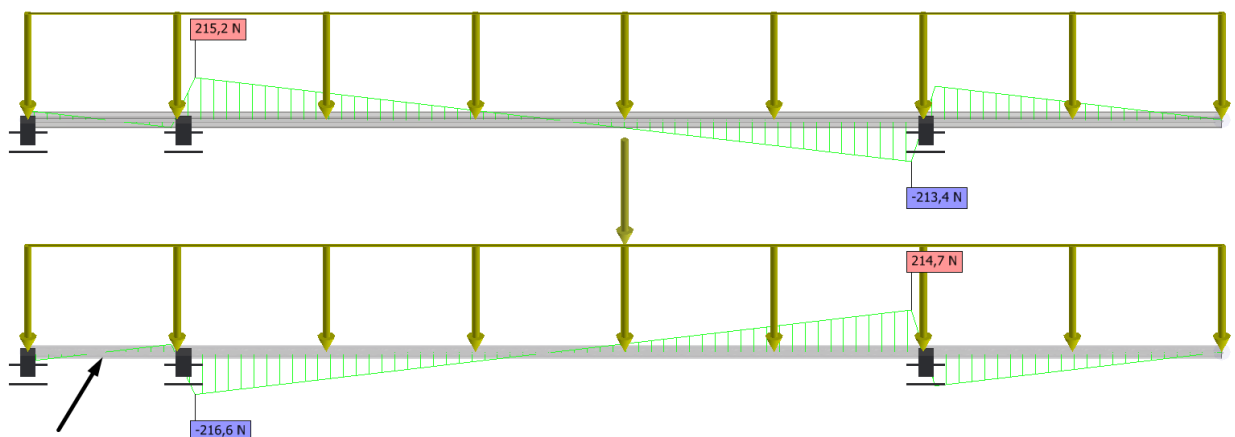


Рисунок 1.22 - Епюри вертикальних сил.

Таблиця 1.3 - Параметри та результати аналізу труб.

Тип труби	Квадратного перерізу	Круглого перерізу	Різниця, %
Розміри, мм	25x25x1,5	28x2	
Площа перерізу, мм <sup>2</sup>	150	175,84	14,7
Ціна, грн/м	53,1	40,2	24,29
Вага кг/м	1,18	1,38	14,7
Прикладена сила Н/м	300	300	
Макс. Відхилення	1,35	1,495	9,69
Макс. Сили, Н	215,2	214,7	0,23

Проаналізувавши відсоткові показники та визначивши результуючу різницю у відсоткових параметрах встановлено, що труба з круглим перерізом в загальному на 9,72% краща ніж труба квадратного перерізу. Недоліки круглої труби: вага, викликана площею перерізу та гірше сприйняття навантажень на 9.69%. Однак недолік слабшого супротиву навантаженням є однорідність показників в усіх напрямках, у той час, як труба з квадратним перерізом має різні показники у різних напрямках.

Щоб урегулювати недолік ваги труби з круглим перерізом прийнято рішення про використання труб з різною товщиною стінки: 28x2 та 28x1,5мм відповідно.

### 1.5 Висновки розділу

- Одним з рішень проблеми переміщення людей на візку буде електрокар «odi».
- Рама електрокару відноситься до пасивної внутрішньої безпеки.
- Оптимальною для поставлених задач є рама просторового типу.
- Необхідний додатковий простір буде враховано при проектуванні.
- Для аналізу рами буде використовуватись програмний метод.
- Відповідно до рівня вмінь та студентської ліцензії буде використовуватись Autodesk Inventor.
- За результатами короткого аналізу оптимальними є труби з круглим перерізом - 28x2мм (ДСТУ 8734-75).

## **2. КОНЦЕПЦІЯ ТА КОНСТРУКЦІЯ**

### **2.1 Опис загальної концепції рішення**

Електрокар “odi” представляє собою автомобіль майбутнього для людей з обмеженими можливостями на візку. Суть проекту – розробити електрокар, який буде екологічно чистим, відповідатиме вимогам безпеки, простим у виготовленні та дешевим.

Сьогодні люди, які використовують візок як засіб пересування не мають можливості самостійно переміщатись в межах міста на велику відстань. Сучасна інфраструктура України погано адаптована для користувачів з обмеженими можливостями. Без сторонньої допомоги користувачу візка не потрапити у метро та не переїхати пішохідну полосу у більшості випадків.

Розробка концепту кару “odi” повинна покращити можливість пересування людей з обмеженими можливостями у межах міста. Оскільки електрокар розробляється для поодинокого користування людина зможе самостійно потрапити у необхідну частину міста.

Проектування рами буде відбуватись у наступній послідовності:

- Визначити розмірні параметри візка, спроектувати візок та обрати габаритні розміри рами.
- Визначити зону досяжності людини на візку, спроектувати модель відповідної зони, скорегувати розміри рами.
- Разом з дизайнером проекту обрати габаритні розміри зовнішніх елементів рами відповідно до ескізів дизайну.
- Спроектувати раму та провести короткий огляд рами. Представити ітераційні покращення рами.
- Перевірити раму щодо вимоги безпеки.
- Попередньо обрати зони знаходження відповідальних вузлів, забезпечити швидку їх доступність.
- Спроектувати конструкцію стапелю для зварювання труб.

## 2.2 Проектування візка

Відповідно до інформації з джерела [21] максимальні розмірні параметри візка становлять: 900х1250(не менше)х1200 (Рисунок 2.1)

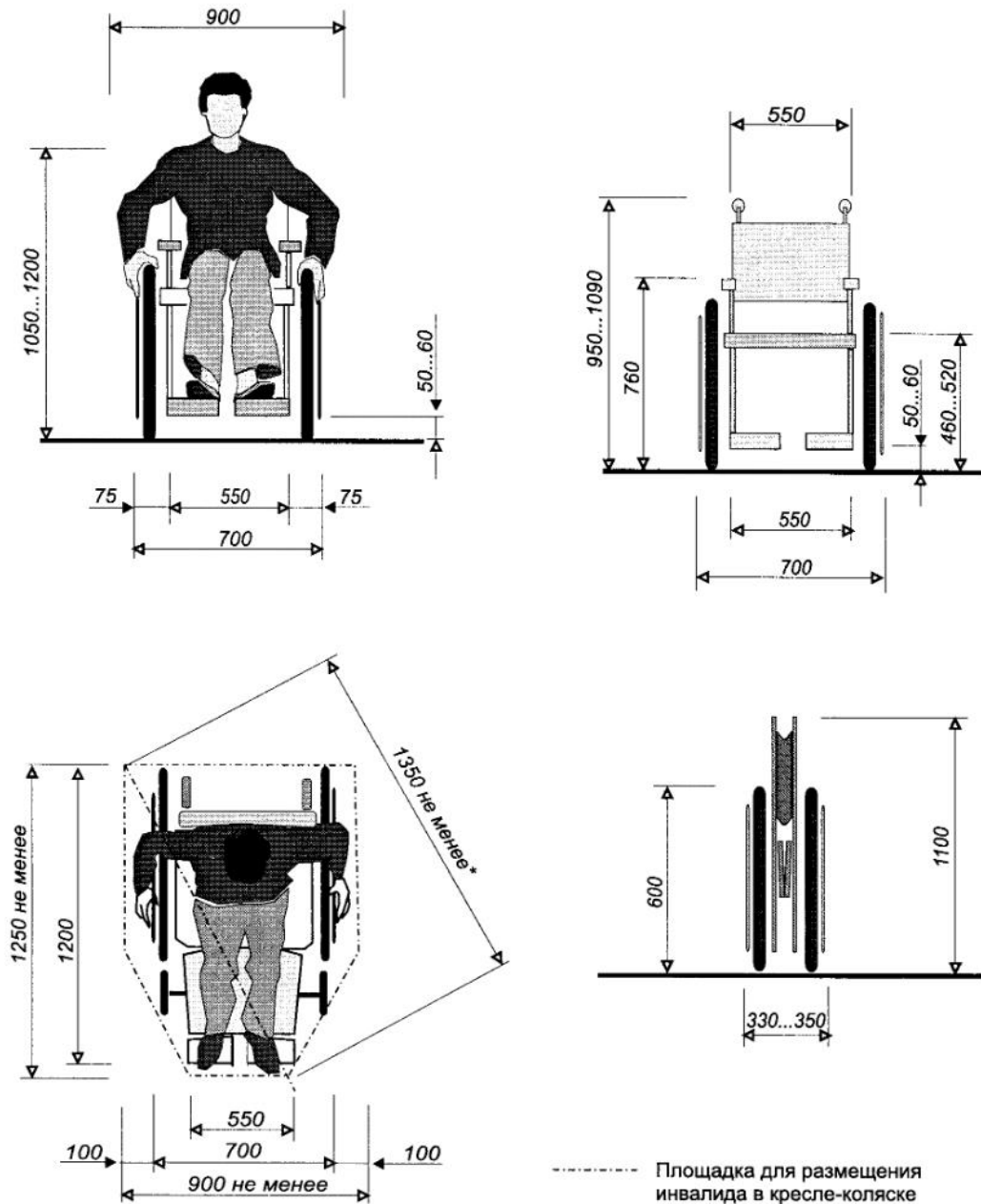


Рисунок 2.1 – Розмірні параметри візка.

Відповідно до інформації щодо габаритних розмірів візка було спроектовано параметричну модель у програмному забезпеченні Autodesk

Inventor. Модель візка побудована з ціллю візуального та фактичного розуміння необхідних розмірів вільного простору навколо візка.

Побудова візка у програмному забезпеченні базується на 3D просторовому кресленні візка з необхідними розмірами (рис. 2.2). Для детальнішого ознайомлення дивись Додаток Г.

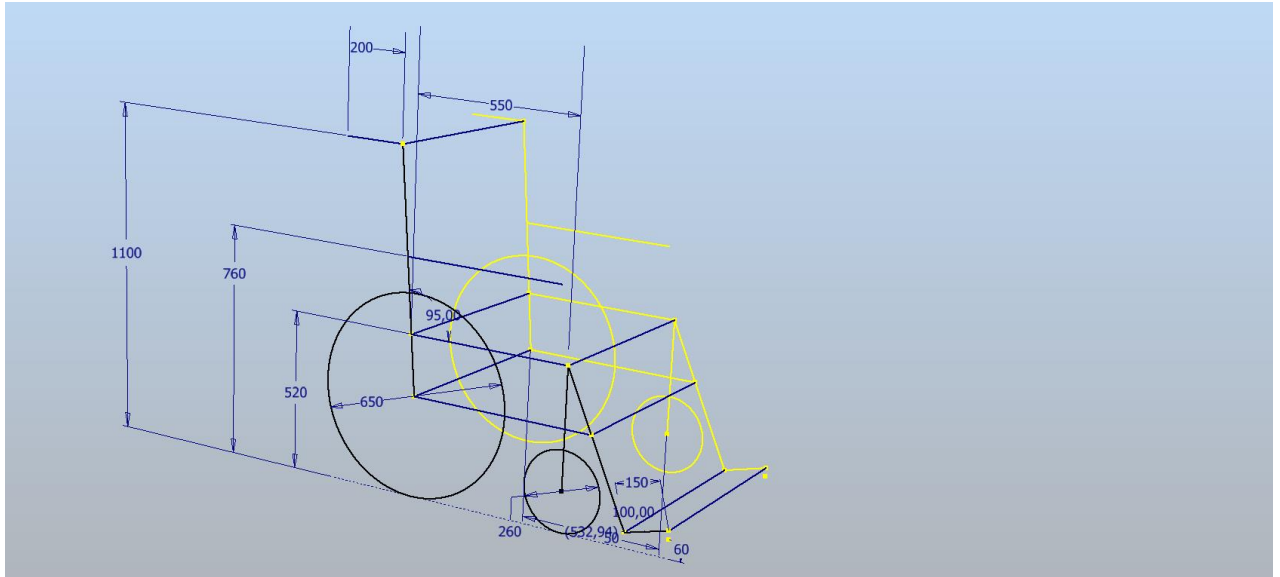


Рисунок 2.2 – 3D креслення каркасу візка.

Далі на готовий 3D ескіз у новому файлі – збірці накладаються вибрані профілі (рис. 2.3).

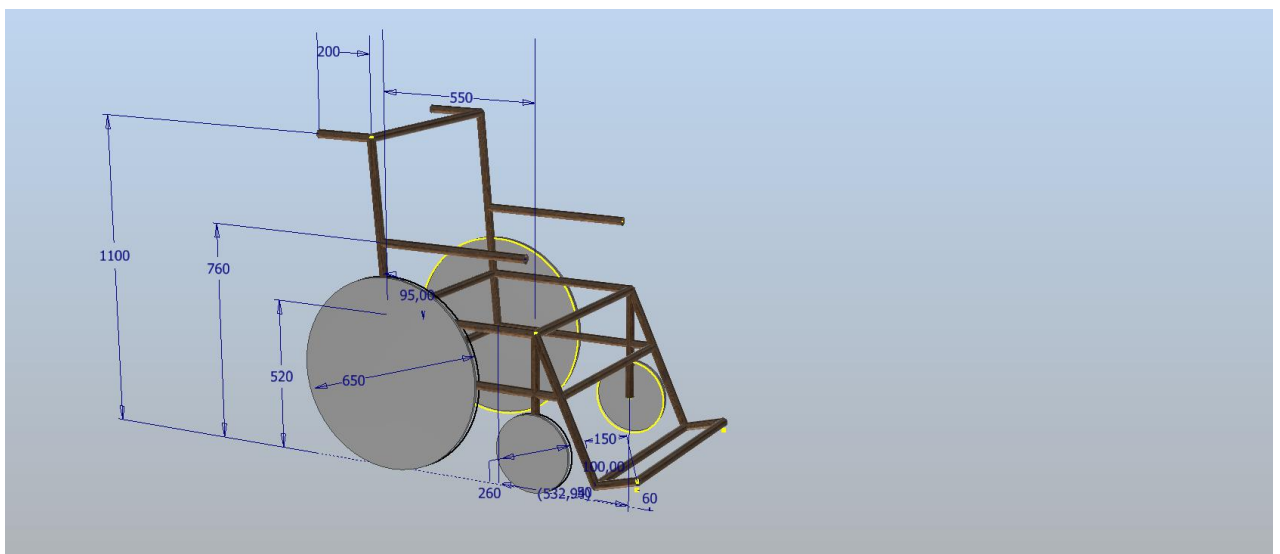


Рисунок 2.3 – Збірка візка з накладеними профілями та елементами.



Додавши деталі зовнішньої візуалізації отримаємо кінцевий результат моделювання візка (рис. 2.4)



Рисунок 2.4 – кінцевий результат проектування візка.

Отримані розміри наступні представлені на рисунку 2.5

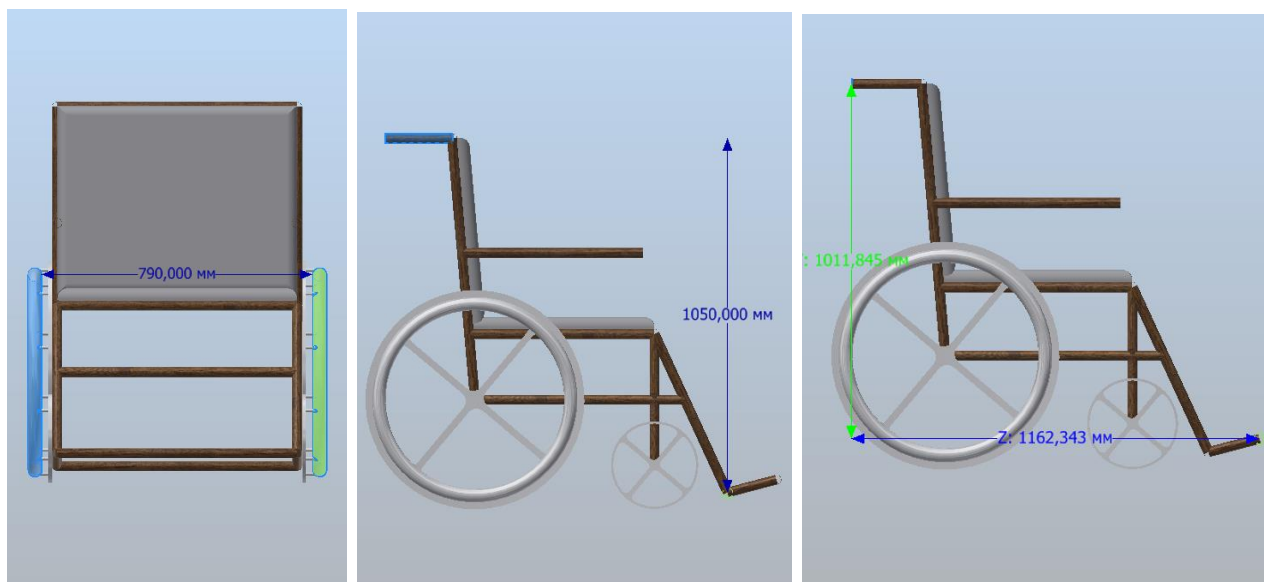


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри візка.

Параметри візка взяті збільшені для отримання запасу при моделюванні рами. Розміри становлять: ширина 790 мм, висота 1050 мм, довжина 1220 мм.



Відповідно до отриманих габаритних розмірів, а також враховуючи необхідність розміщення в носовій частині автомобілю рульового керування та батарейного блоку були обрані наступні параметри: 2300x900.

Параметр 2300мм було обрано з розрахунку ситуації коли людина з обмеженими можливостями потребує горизонтального положення ніг, така ситуація була описана в пункті 1.3.2. Тоді довжина людини з візком становить 1500мм і більше. Параметр 900мм було обраним мінімальним з можливих для покращення фіксації візка всередині електрокару та економічності збірки.

### 2.3 Проектування зони досяжності

Зона досяжності користувача візка представляє собою область, яку може досягнути руками користувач, сидячи на візку. Для того щоб створити модель відповідної зони необхідно послідовно створити дуги досяжності на різних висотах та поєднати їх командою «Поверхня».

Відповідно до [21] середньостатистична зона досяжності наступна (Рисунок 2.6). Для детальнішого ознайомлення дивись Додаток Д.

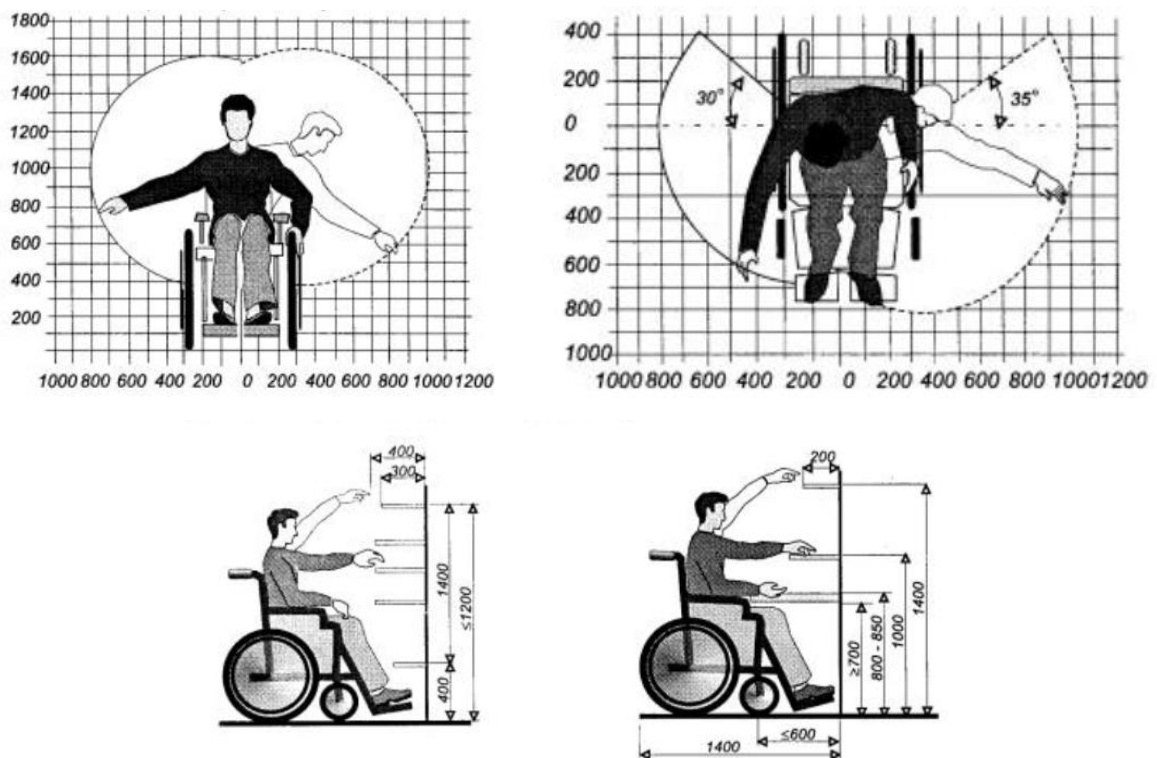


Рисунок 2.6 – Зони досяжності.

Використовуючи CAD програму Autodesk Inventor створимо 3D ескіз з дугами досяжності (рис. 2.7). Розміри дуг будуються у відповідності до стандарту досяжності людей на візку [21].

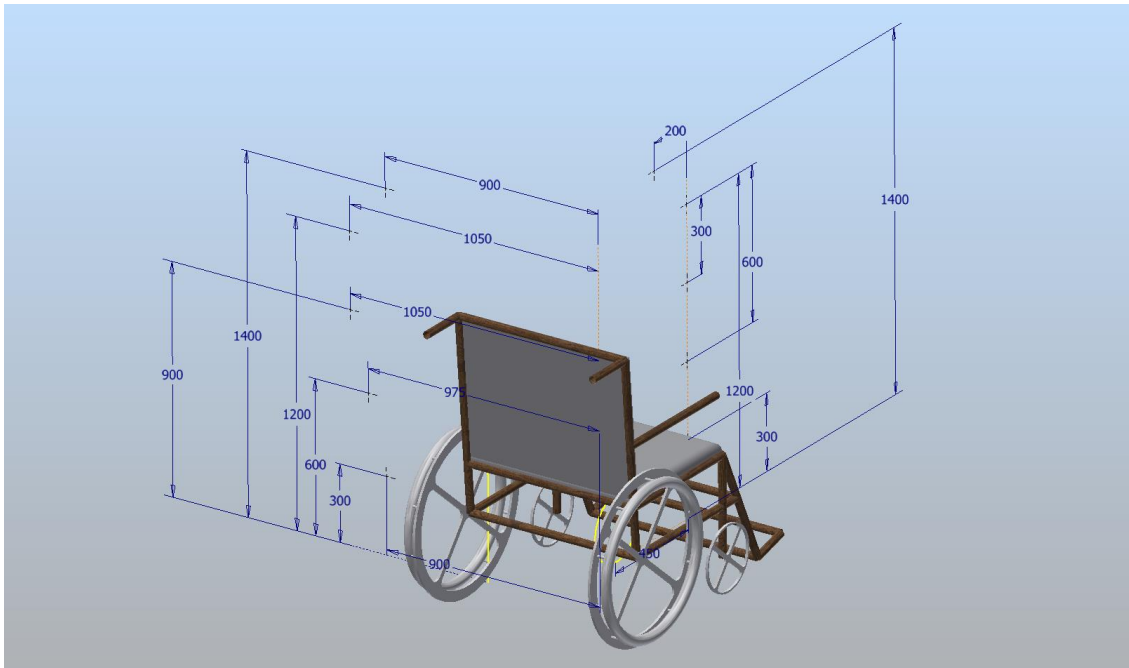


Рисунок 2.7 – Базові точки досяжності користувача візка.

Після побудови базових точок на визначених висотах та відстанях будуються дуги досяжності (рис. 2.8)

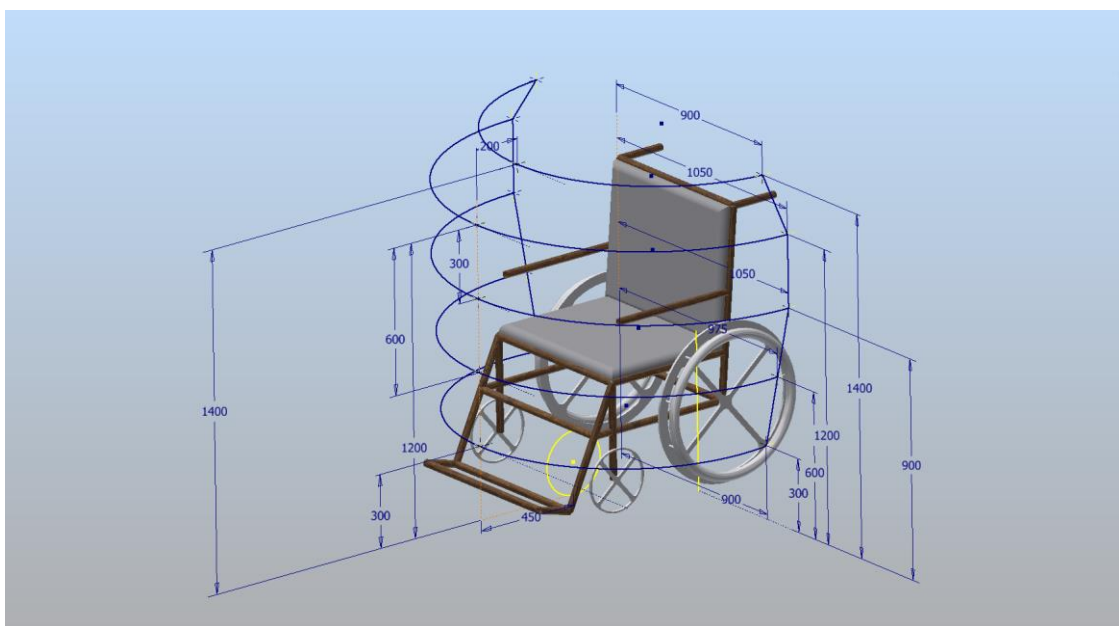


Рисунок 2.8 – Дуги досяжності користувача візка.

Використання команди «Поверхня» дозволяє візуалізувати отриману зону досяжності (рис. 2.9)

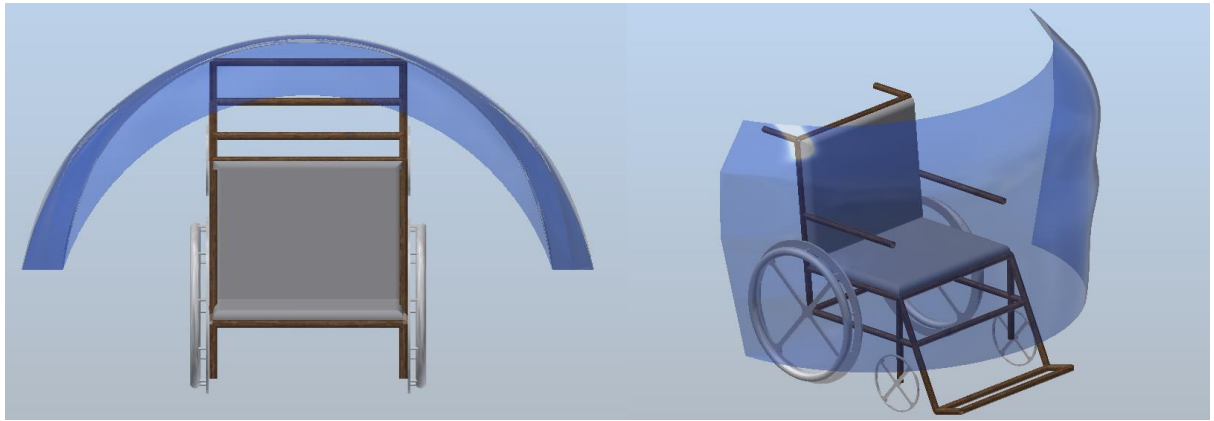


Рисунок 2.9 – Модель візку із зоною досяжності.

## 2.4 Дизайн, зовнішні габаритні розміри.

Дизайн – важлива частина будь-якого комерційного товару. Саме тому дизайнером було створено ескізні нариси модерного дизайну електрокару «odi» (рис. 2.10).

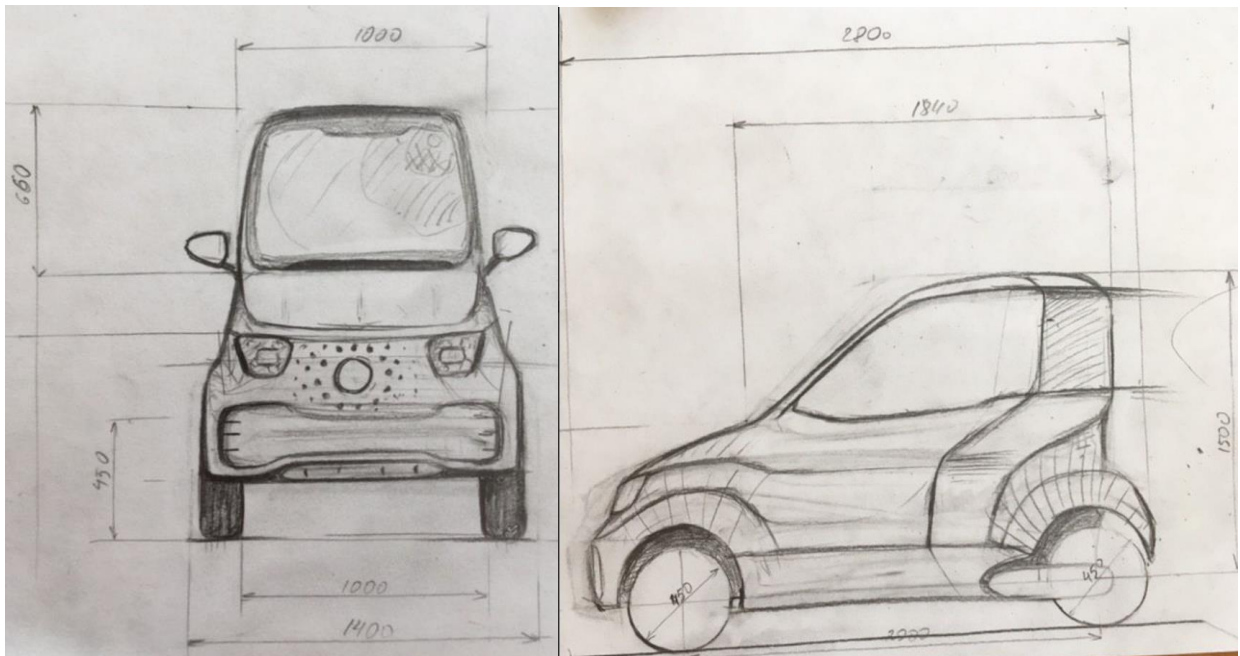


Рисунок 2.10 – Дизайн, габаритні параметри.

Габаритні параметри зовнішніх елементів відповідно до дизайну – 2800x1400x1500мм.

## 2.5 Поетапна побудова конструкції рами.

Для побудови рами необхідно знати до габаритні розміри внутрішньої зони автомобіля. Для цього обримо за основу модель візка із зоною досяжності людини.

Нам відомо що людина на візку потребує мінімально 900 мм простору в ширину та 1500 мм в довжину. Беручи до уваги розміщення рульового керування та акумуляторного відсіку обираємо габаритний розмір довжини – 2300мм. Висота людини на візку в середньому становить 1300 - 1400мм, для комфортного використання додаємо 200мм запасу, габаритна висота становить 1600мм.

Далі будуємо зону габаритних параметрів внутрішнього місця з наступними розмірами: 900x1600x2300 мм (рис. 2.18).

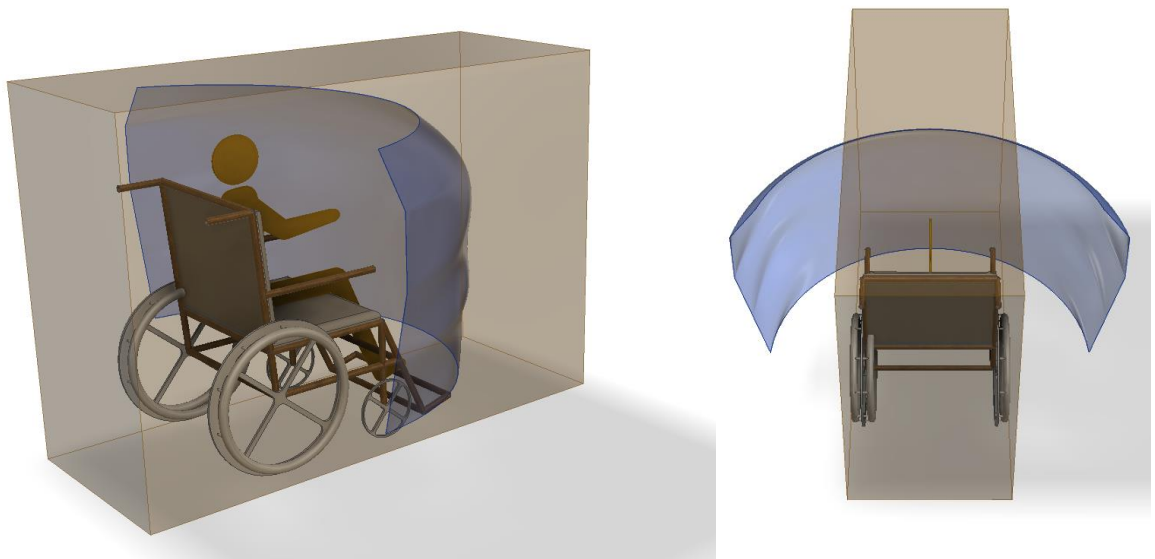


Рисунок 2.18 – Зона внутрішнього інтер'єру.

На донному етапі ми можемо бачити габаритну зону внутрішньої частини автомобіля. Для завершення необхідно окреслити місце лобового скла. Оскільки скло розташовується під кутом до горизонтальної площини авто – змінюємо зону відповідно до дизайн проекту (рис. 2.19).

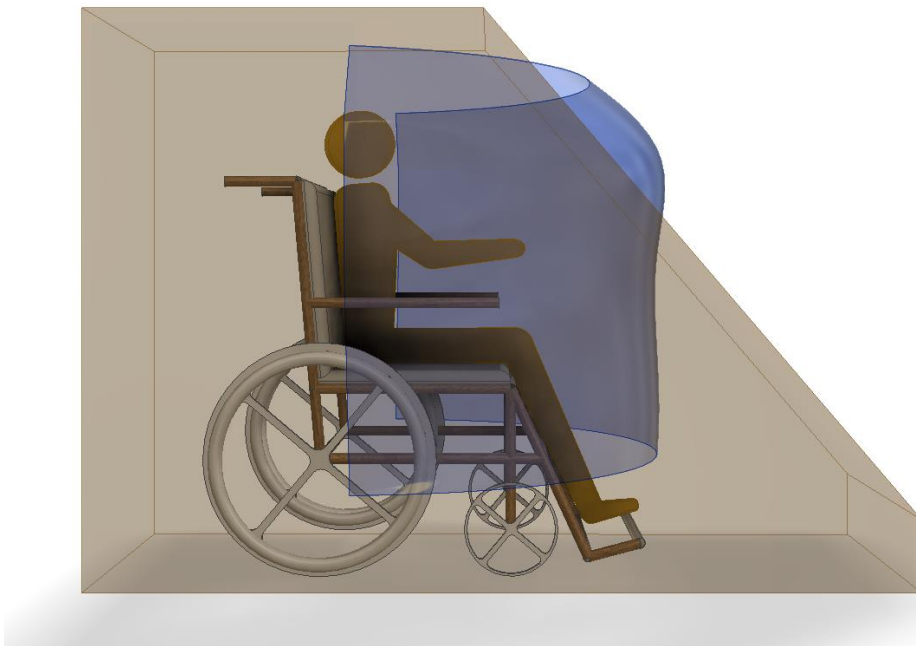


Рисунок 2.19 – Зона внутрішнього інтер'єру.

Наступний крок – побудова основи рами з несучих труб ДСТУ 8734-75, 28х2 (рис. 2.20). Ця частина рами буде сприймати на себе основні навантаження при використанні автомобіля та аваріях. Розміщення труб проектується відповідно до ключових зон: фронтальної та центральної.

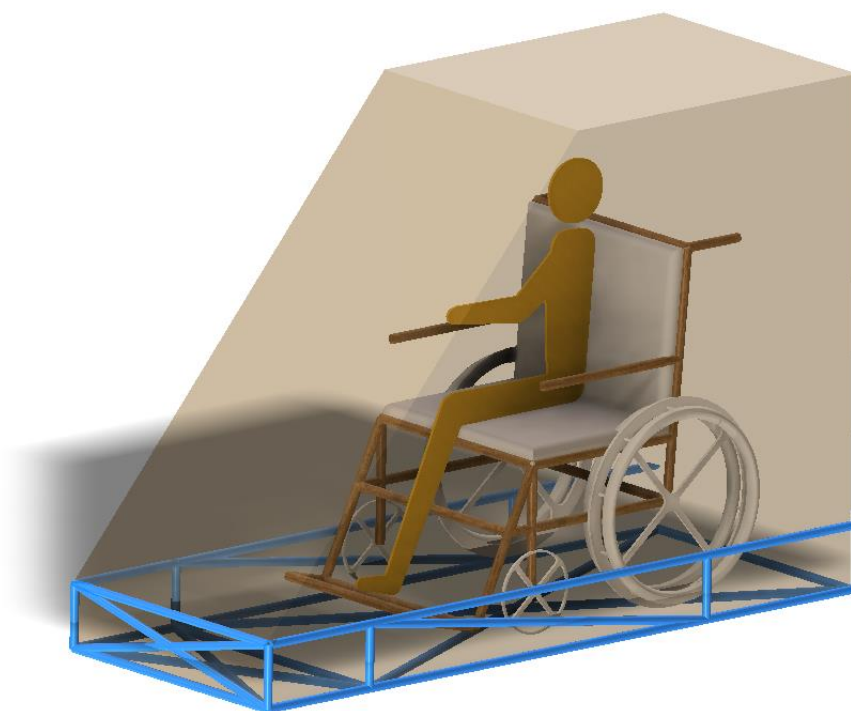


Рисунок 2.20 – Несучий каркас рами.



Після побудови несучої конструкції – проектуємо верхню частину рами. Розміщення труб вторинної рами ДСТУ 8734-75, 28х1.5 відбувається відповідно до центральної та задньої частин автомобіля (рис. 2.21).

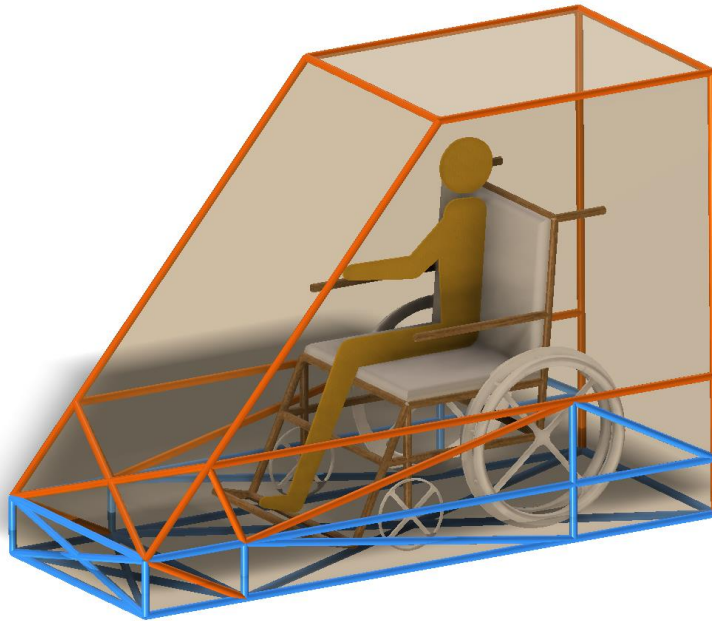


Рисунок 2.21 – Несучий каркас рами.

Основна частина рами готова, тепер потрібно додати кріплення системи задніх амортизаторів. Відповідно до розмірів спроектованої системи амортизації моделюються місця кріплення (Рис 2.22).

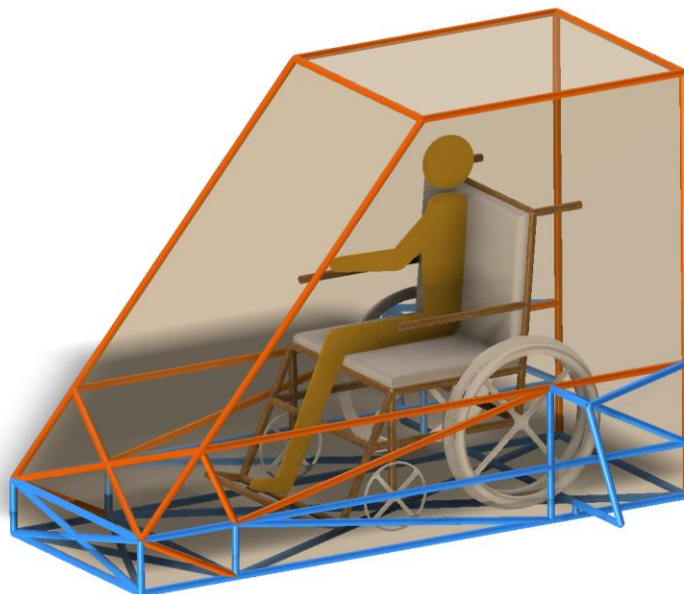


Рисунок 2.22 – Загальна збірка рами.

## 2.6 Моделювання рами електрокару. Ітераційна історія.

### 2.6.1 Ітерація 1 (рис. 2.11).

Початкова модель що має достатню кількість недоліків:

- Вага – 62 кг,
- Високо розташований центр мас 502.3 мм.
- Незручне розташування головних профілів для встановлення внутрішніх компонентів.
- Наявність гнутих профілів, П-подібної форми.
- Малий кут для повороту коліс.

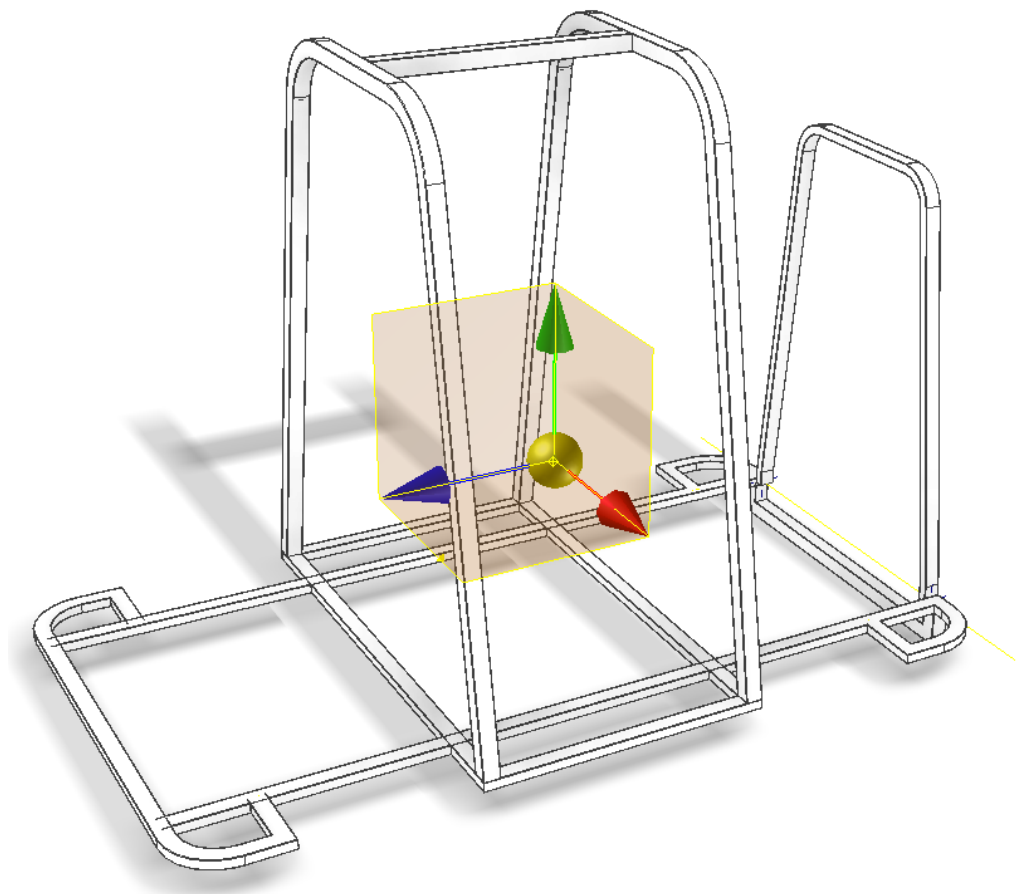


Рисунок 2.12 – 3D модель другої ітерації.

### 2.6.2 Ітерація 2 (рис. 2.12).

Модель побудована на інших принципах та профілях у відношенні з попередньою. Однак наявна достатня кількість недоліків:

- Вага – 62 кг.
- Велика кількість елементів у передній частині.
- Недостатня жорсткість у центральній частині.
- Надто великий передній відсік.

Вирішено зменшити вагу та оптимізувати критичні місця з'єднань. Для зменшення ваги конструкцію носової частини буде спрощено, а місця з непередбаченою геометрією замінені.

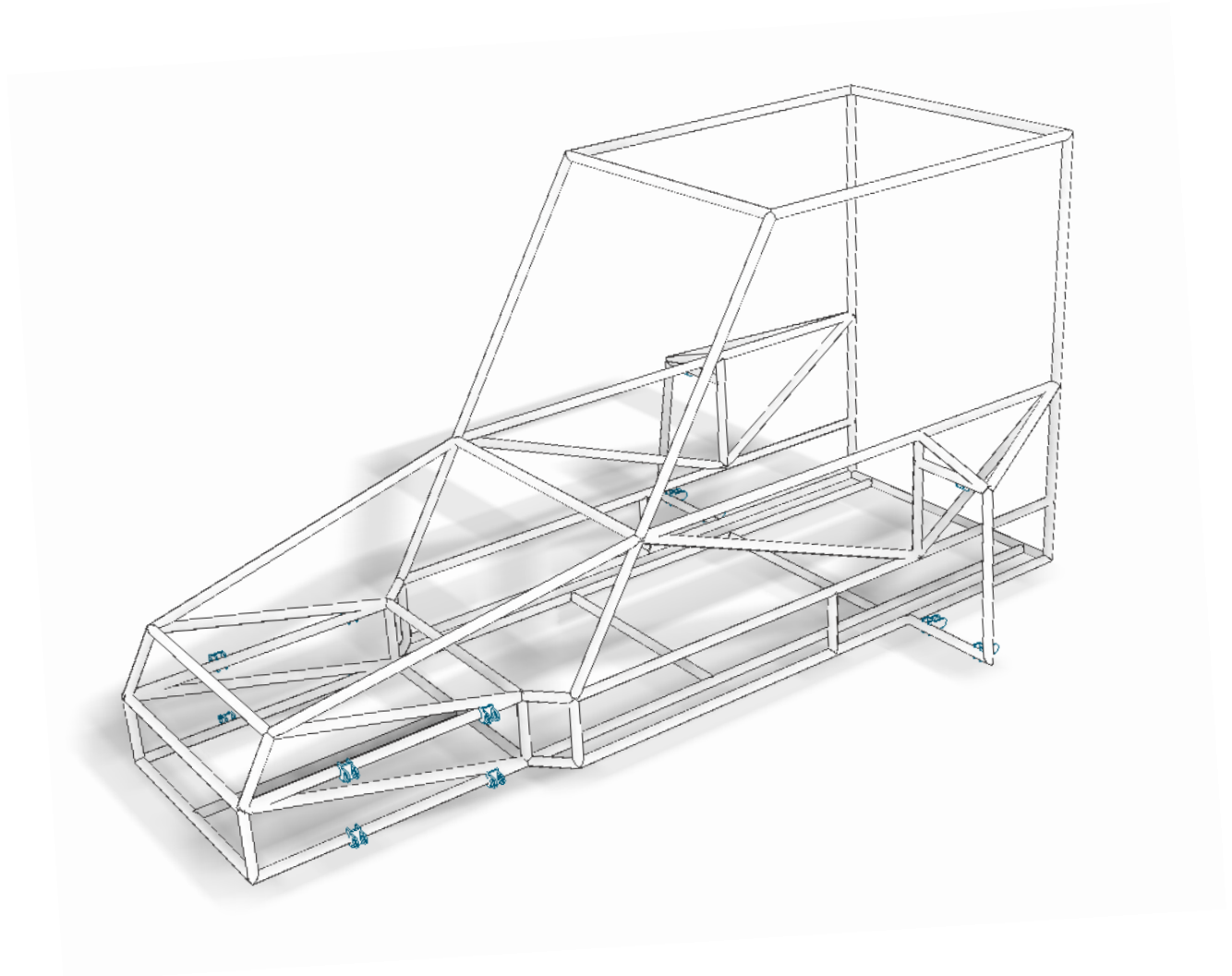


Рисунок 2.12 – 3D модель другої ітерації.



### 2.6.3 Ітерація 3 (рис. 2.13).

У третій ітераційній моделі вага становила вже 57 кг. Усунено загражену носову частину, проблемні зони кріплень були замінені тріангуляційними елементами рами.

Недоліками даної моделі є:

- Все ще достатньо велика вага.
- Ненадійне закріплення фронтальний профілів лобового скла
- Зайві горизонтальні, опорні профілі.

Вирішено забрати зайві профілі, покращити кут фіксації.

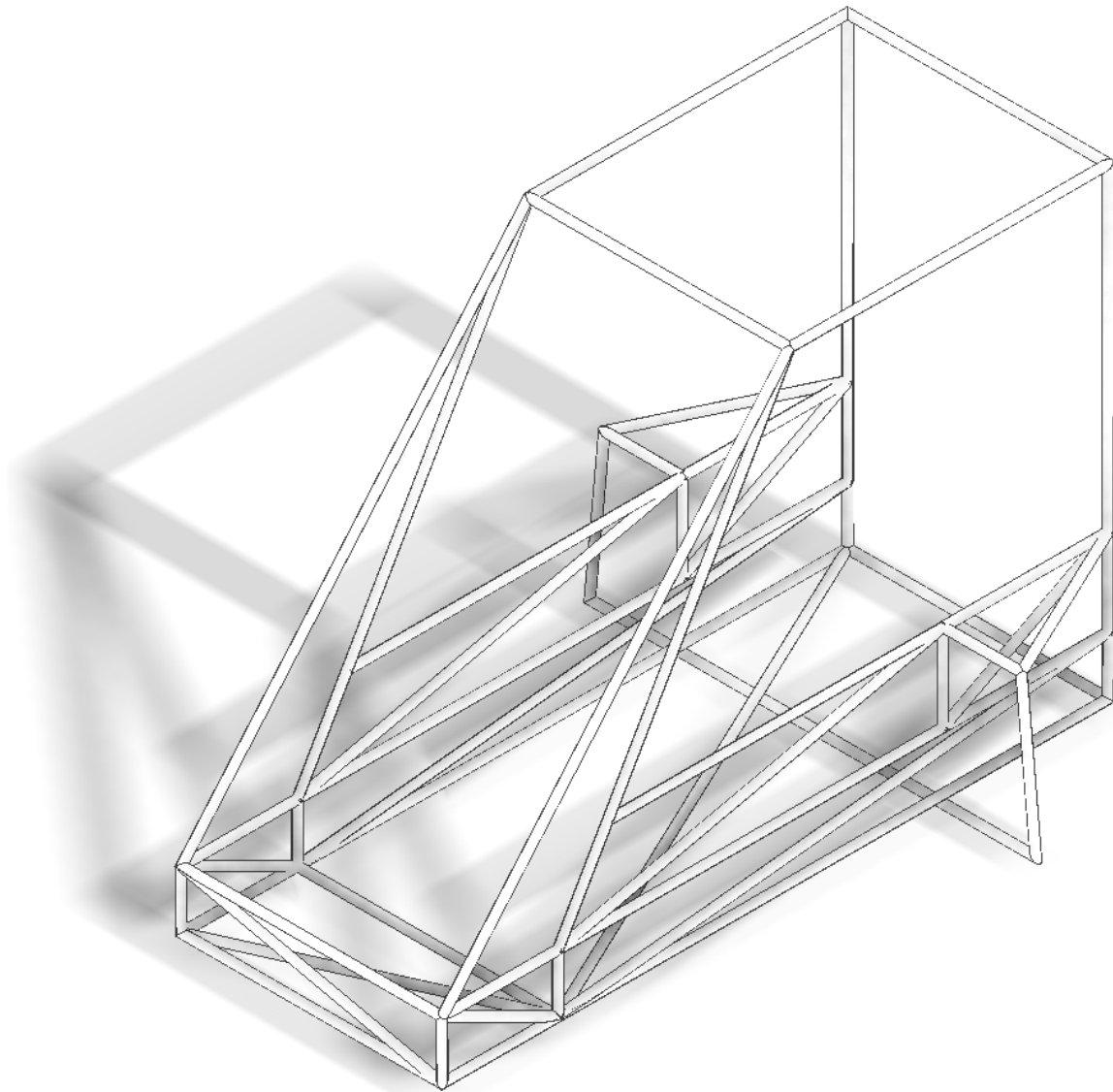


Рисунок 2.13 – 3D модель третьої ітерації.

#### 2.6.4 Ітерація 4 (рис. 2.14).

У четвертій ітерації було змінено кріплення фронтальних профілів, та вирішено проблему з горизонтальними, також для полегшення рами були використані труби з різною товщиною стінок.

У результаті змін вага рами становить 53 кг, фіксація фронтальних труб покращена, відсутня зайва фронтальна опора. На

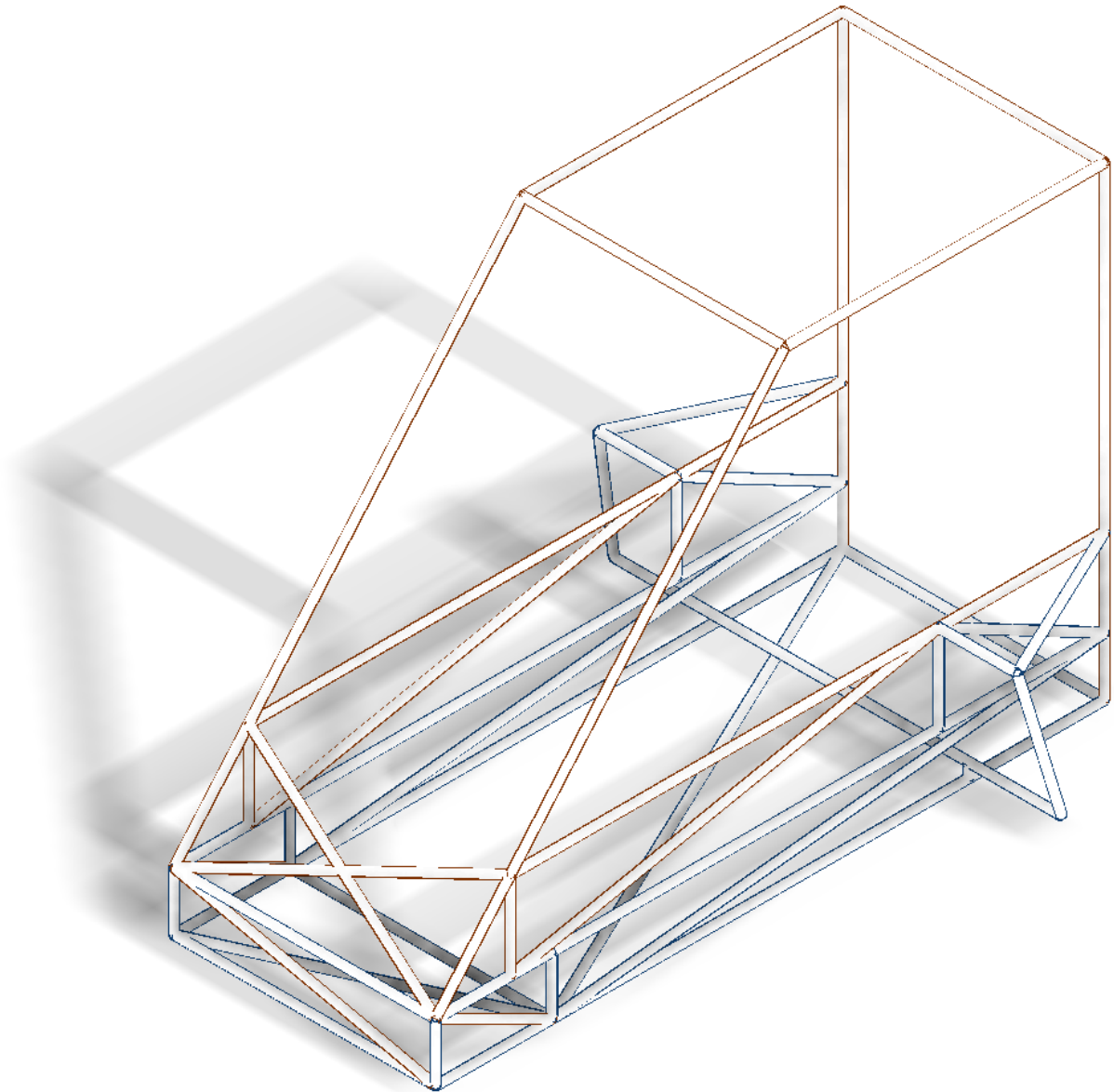


Рисунок 2.14 – 3D модель четвертої ітерації.

### 2.6.5 Ітерація 5 (рис. 2.15).

У п'ятій ітерації змінено кріплення коротких фронтальних профілів. Така зміна дозволить силі проходити від елемента до елемента без вагомого навантаження вузлів у порівнянні з непрямым з'єднанням труб, додані діагональні профілі що надають жорсткості рамі при боковому та фронтальному навантаженні.

Кінцева вага рами становить 58 кг, шляхи передачі навантаження покращені, бокова стійкість збільшена.

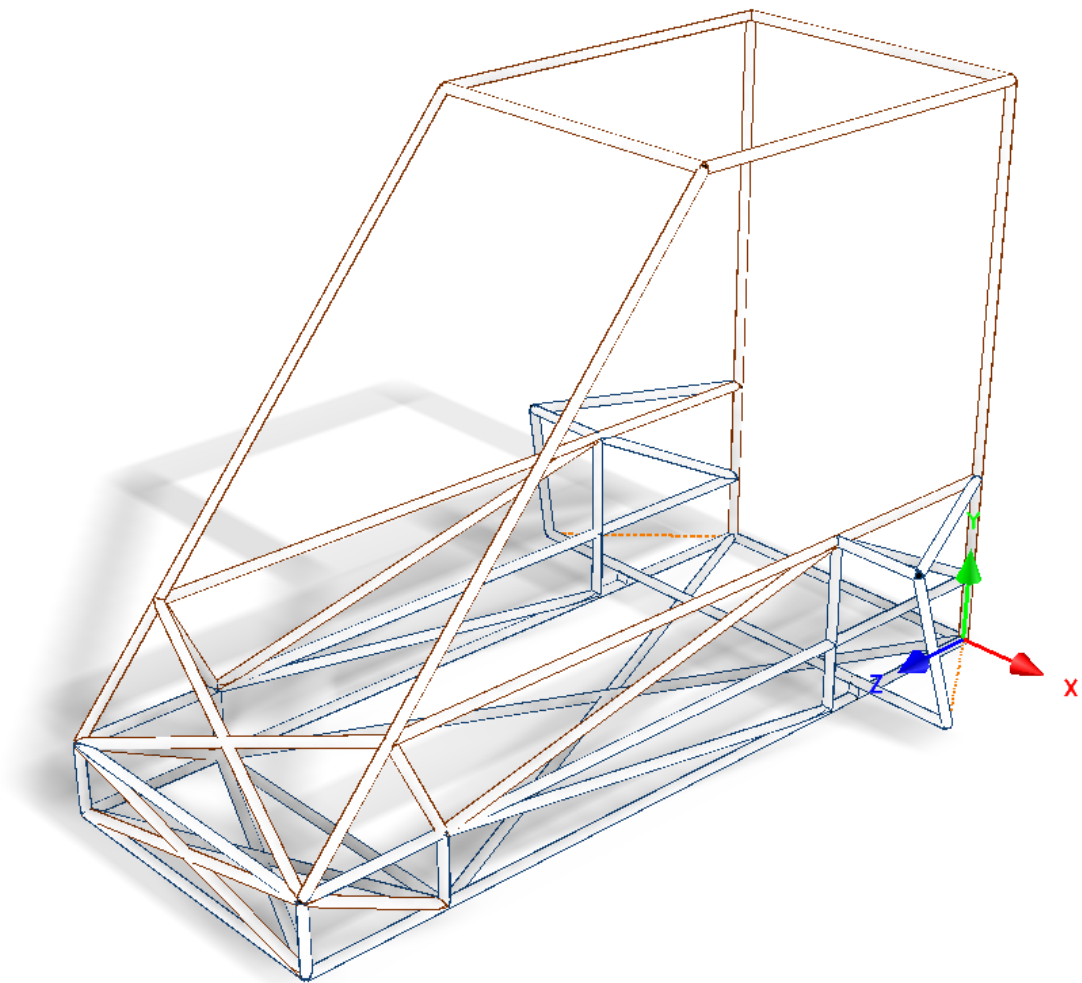


Рисунок 2.15 – 3D модель п'ятої ітерації.

### Кріплення мотор-колеса та амортизаційної системи.

Модель мотор-колеса та амортизаційної системи з розмірними параметрами виглядає наступним чином (рис. 2.16). Місце кріплення мотор-колеса та системи його амортизації це навантажений вузол, фіксація якого буде відбуватись на зміцнених елементах рами. Для підвищення стійкості - проєктована тріангуляційна частина рами що відповідає за отримання навантаження від мотор-колеса через систему амортизації (рис. 2.17).

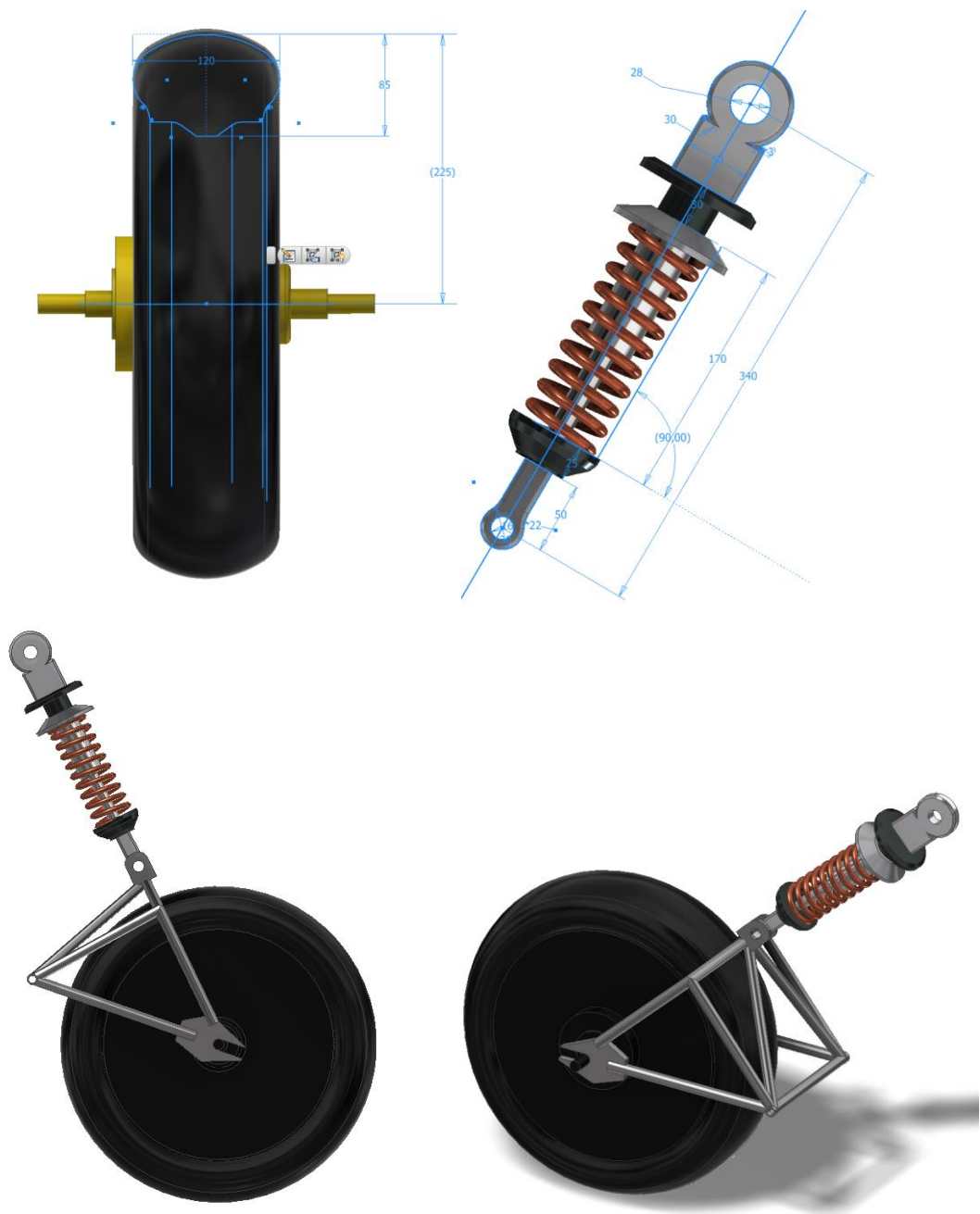


Рисунок 2.16 – Мотор-колесо та система амортизації.

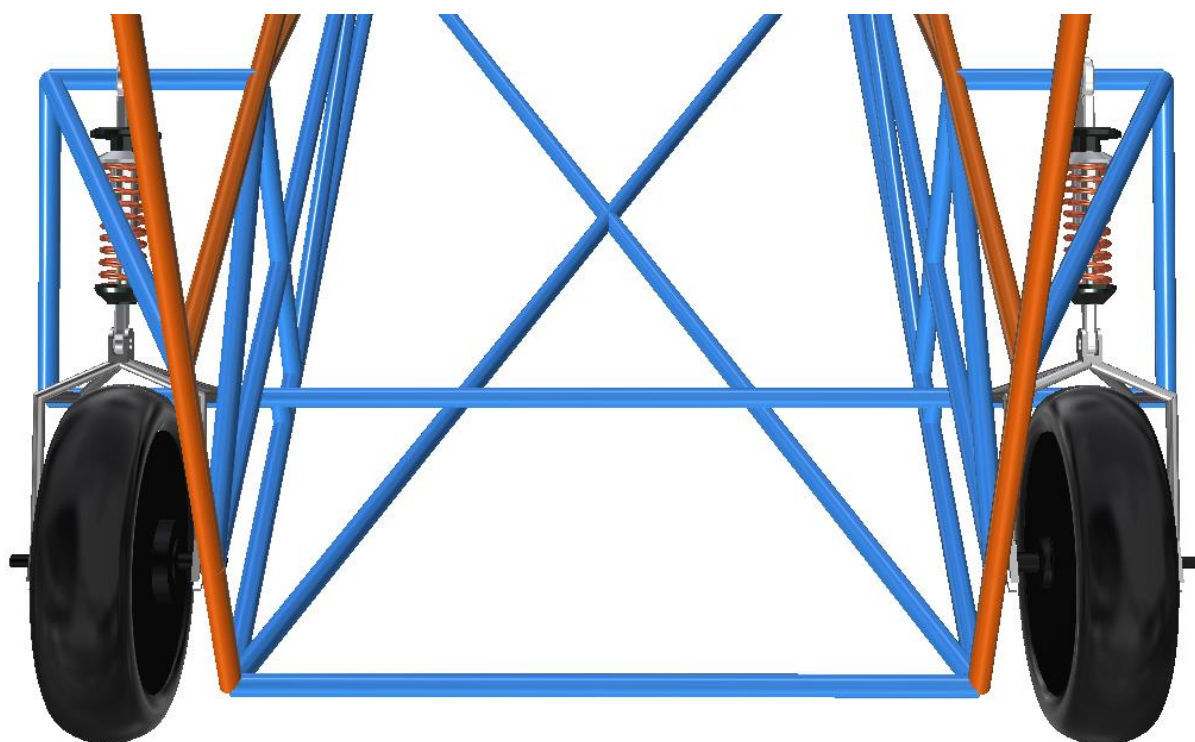
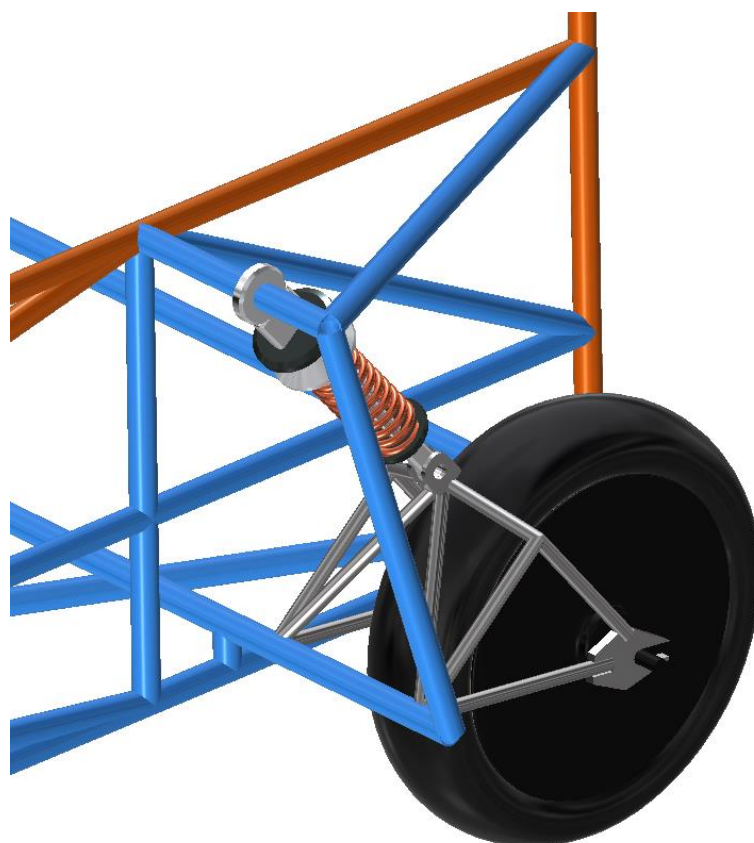


Рисунок 2.17 – Кріплення системи амортизації та мотор-колеса.



## 2.7 Статичний аналіз рами

Для визначення зусиль що діють на підвіску авто необхідно розрахувати з якою силою діють центри мас усіх основних вузлів електрокару на передню та задню підвіску відповідно. Зусилля що діє на підвіску буде розраховано відповідно до мас головних елементів автомобіля, а саме:  $M_B$  – маса візка,  $M_L$  – маса людини,  $M_P$  – маса рами,  $M_{ак}$  – маса акумуляторного відділу,  $M_e$  – маса бортової електроніки,  $M_a$  – маса амортизаційної системи,  $M_{му}$  – маса механізму управління,  $M_{зв}$ ,  $M_{пв}$  – відносні маси які припадають на задню та передню вісь відповідно.

Центр усіх мас автомобіля знаходимо через програмне забезпечення Autodesk Inventor. Програма завдяки алгоритму знаходить центр мас кожного окремого елемента. Далі створюється тимчасовий файл у якому записані координати усіх центрів мас. Наступним кроком програма прораховує на основі тимчасового файлу розташування загального центра мас (рис. 2.18).

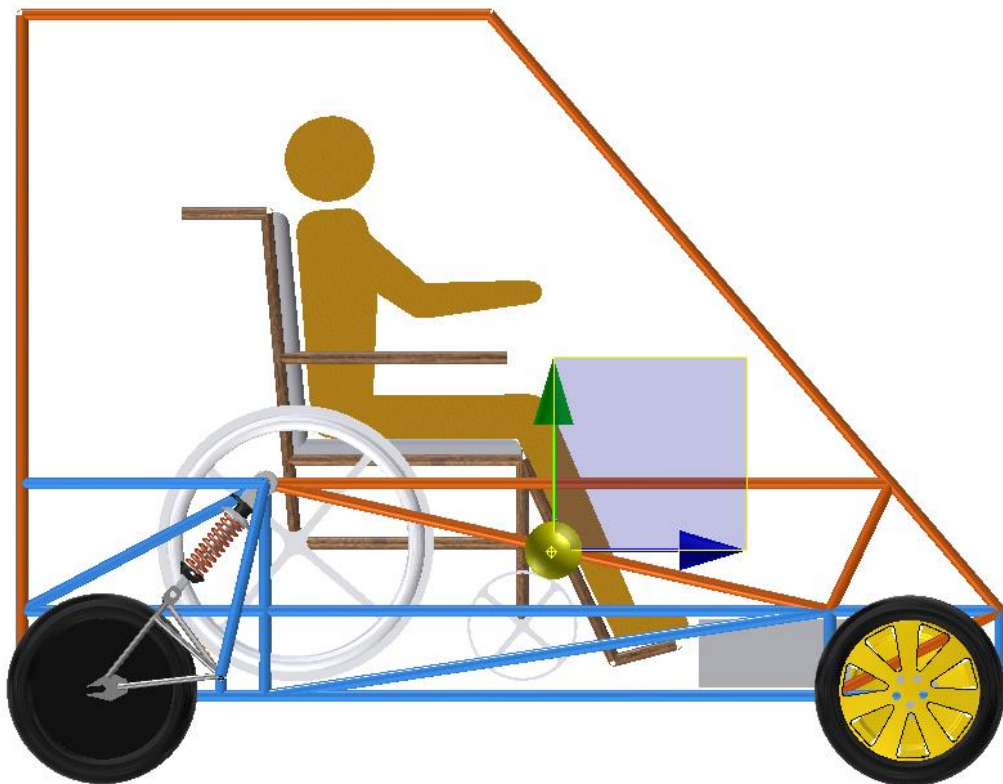


Рисунок 2.18 – Центр мас автомобіля.

Розподіл сил що діють у стані спокою на задню та передню вісь (Рис. 2.19)

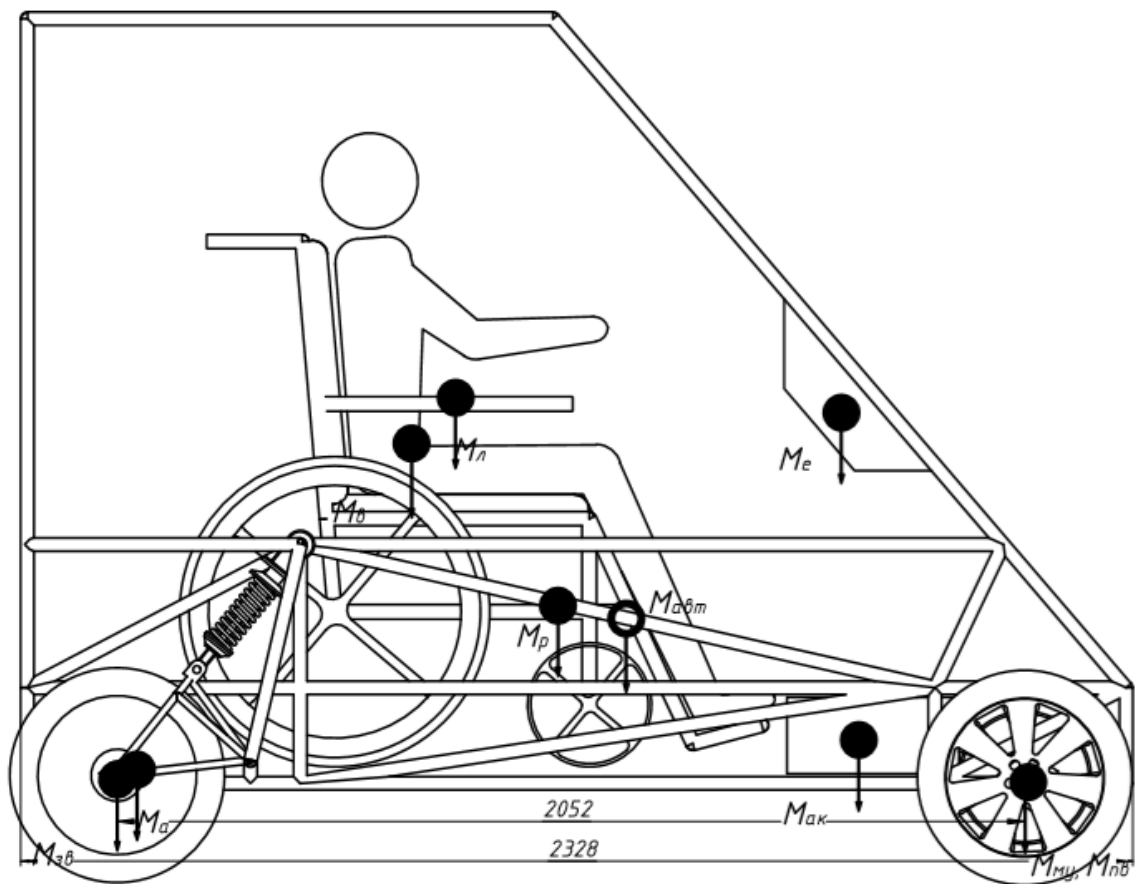


Рисунок 2.19 – Розподілення навантажень

$M_B$  – маса візка,  $M_L$  – маса людини,  $M_P$  – маса рами,  $M_{ак}$  – маса акумуляторного відділу,  $M_e$  – маса бортової електроніки,  $M_a$  – маса амортизаційної системи,  $M_{му}$  – маса механізму управління,  $M_{зв}$ ,  $M_{пв}$  – відносні маси які припадають на задню та передню вісь відповідно,  $M_{авт}$  – центр мас автомобіля.

### Визначаємо масу візка.

Відповідно до джерела [28] вага середньостатистичного візка для людини з обмеженими можливостями становить 19 кг, вага полегшеного візка з алюмінієвих труб становить 15 кг. Для розрахунків буде взято вагу стандартного, не полегшеного візка – 19 кг.  $M_B$  – 19 кг.

### Визначаємо масу людини.

Середньостатистична людина важить 75 кг, однак враховуючи менш активний спосіб життя людини з обмеженими можливостями на візку її вага збільшиться. Приймаємо значення ваги у 85 кг.  $M_{\text{л}} = 85$  кг.

#### **Визначаємо масу рами.**

При побудові рамної конструкції у програмному середовищі Autodesk Inventor фізичні характеристики надаються усім елементам у відповідності до їх матеріалу. Вага рами відповідно даним програми 57 кг.  $M_{\text{р}} = 57$  кг.

#### **Визначаємо масу акумуляторного відділу.**

Відповідно до розрахунків запасу ходу при використанні двох мотор-коліс як рухомої сили достатнім буде використання двох блоків акумулятора Nissan Leaf. Один блок важить 3.8 кг, захисний корпус для блоків 0,6кг. Отже Маса акумуляторного блоку становить  $M_{\text{ак}} = 82$  кг.

#### **Визначаємо масу бортової електроніки.**

До бортової електроніки входить: контролер мотор-коліс, контролер подачі напруги, ручне керування автомобілем, екран відображення показників, плата обробки інформації з контролерів та плата керування. Приблизна маса бортової електроніки становитиме 1.8 кг.  $M_{\text{е}} = 1.8$  кг.

#### **Визначаємо масу амортизаційної системи.**

Відповідно до розробленої моделі амортизаційної системи у середовищі Autodesk Inventor вага моделі становить 2.47 кг.  $M_{\text{а}} = 2.47$  кг.



### 2.7.1 Розрахунок зусиль

Розрахуємо маси що припадає на кожну вісь для цього використаємо формули [29]. Розрахуємо моменти що діють на передню (рис. 2.20) та задню вісь (рис. 2.21).

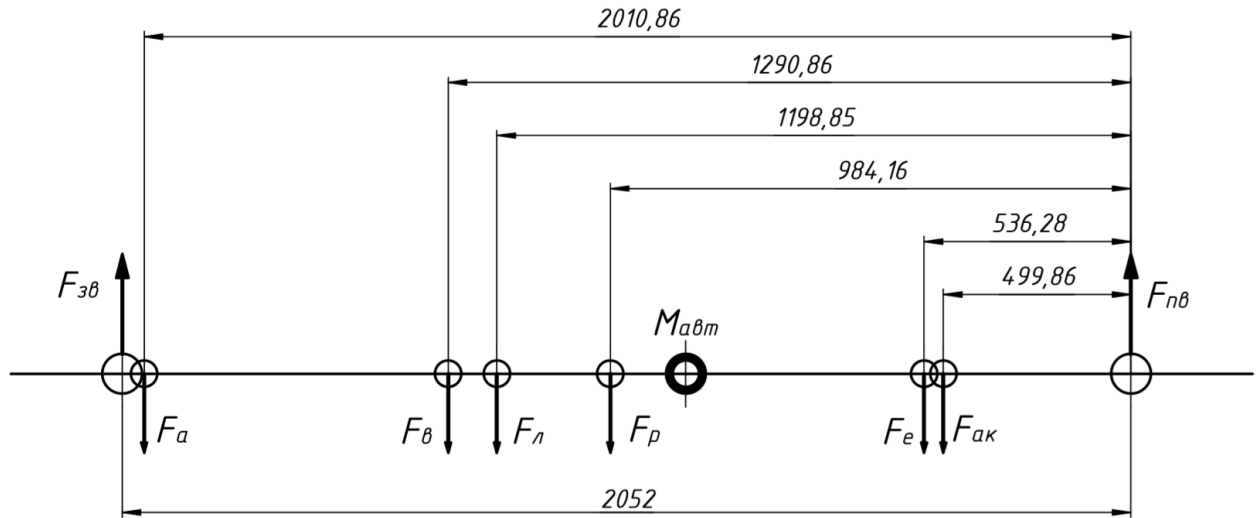


Рисунок 2.20 – Розрахунок моментів передньої осі

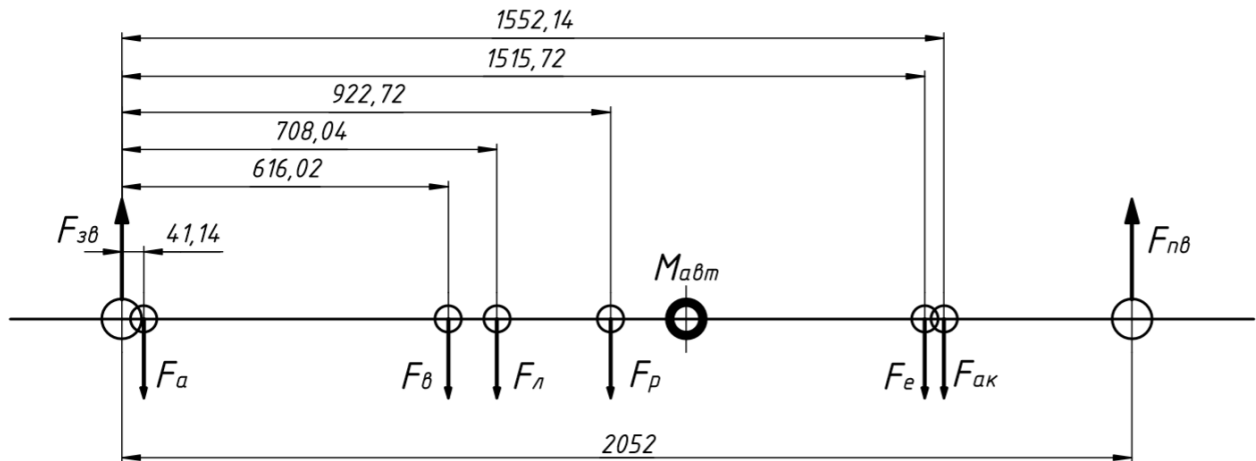


Рисунок 2.21 – Розрахунок моментів задньої осі

Відповідно до рисунку 2.21 та 2.20 - моментів сил що діють на передню та задню вісь складаємо результуюче рівняння розрахунку навантажень на задню та передню вісь.

Для використання ваги у формулах сили необхідно перевести вагу у силу. При статичному розрахунку для перетворення величин достатньо помножити вагу на прискорення вільного падіння –  $9,8 \text{ м/с}^2$

$$F_B = M_B * 9,8 = 19 * 9,8 = 186,2$$

$$F_L = M_L * 9,8 = 85 * 9,8 = 833$$

$$F_p = M_p * 9,8 = 57 * 9,8 = 558,6$$

$$F_{ак} = M_{ак} * 9,8 = 82 * 9,8 = 803,6$$

$$F_e = M_e * 9,8 = 1,8 * 9,8 = 17,64$$

$$F_a = M_a * 9,8 = 2,47 * 9,8 = 24,206$$

$$F_{пв} = \frac{F_a * 2010,86}{2052} + \frac{F_B * 1290,86}{2052} + \frac{F_L * 1198,85}{2052} + \frac{F_p * 984,16}{2052} + \frac{F_e * 536,28}{2052} + \frac{F_{ак} * 499,86}{2052} \quad (2.1)$$

$$F_{зв} = \frac{F_a * 41,14}{2052} + \frac{F_B * 616,02}{2052} + \frac{F_L * 708,04}{2052} + \frac{F_p * 922,72}{2052} + \frac{F_e * 1515,72}{2052} + \frac{F_{ак} * 1552,14}{2052} \quad (2.2)$$

$$F_{пв} = \frac{24,206 * 2010,86}{2052} + \frac{186,2 * 1290,86}{2052} + \frac{833 * 1198,85}{2052} + \frac{558,6 * 984,16}{2052} + \frac{17,64 * 536,28}{2052} + \frac{803,6 * 499,86}{2052} = 1095,79 \text{ Н}$$

$$F_{зв} = \frac{24,206 * 41,14}{2052} + \frac{186,2 * 612,02}{2052} + \frac{833 * 708,04}{2052} + \frac{558,6 * 922,72}{2052} + \frac{17,64 * 1515,72}{2052} + \frac{803,6 * 1552,14}{2052} = 1215,51 \text{ Н}$$

Розрахувавши вагу основних елементів автомобіля та сили з якими вага діє на опори отримали значення:

$$F_{пв} = 1095,79 \text{ Н} = 113,1 \text{ кг}$$

$$F_{зв} = 1215,51 \text{ Н} = 124,6 \text{ кг}$$

Щоб перевірити рівняння потрібно порівняти загальну масу що діє на осі:

Загальна маса вказаних у рівнянні елементів:

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{в}} + M_{\text{л}} + M_{\text{р}} + M_{\text{ак}} + M_{\text{е}} + M_{\text{а}} \quad (2.3)$$

$$M_{\text{заг}} = 19 + 85 + 57 + 82 + 1.8 + 2.47 = 241.27 \text{ кг}$$

$$F_{\text{заг}} = F_{\text{пв}} + F_{\text{зв}} \quad (2.4)$$

$$F_{\text{заг}} = 113.1 + 124.6 = 237.7 \text{ кг}$$

$$M_{\text{заг}} = 241.27 \text{ кг}$$

$$F_{\text{заг}} = 237.7 \text{ кг}$$

$$\Delta = 241.27 - 237.7 = 3.57 \text{ кг} = 1.48\%$$

Похибка результатів у 1.48 % задовольняє рівень допустимої похибки.

## 2.8 Вимоги безпеки рами

Основною вимогою є безпека водія та пасажирів при зіткненні в лоб та в бік машини. Оскільки електрокар розрахований для перевезення водія з обмеженими можливостями головним питання безпеки є його захищеність.

Після розрахунку сил зіткнення через формулу кінетичної енергії тіла з параметрами маса 350 кг на швидкості 40 км/год отримані сили накладемо на модель рами. Провівши аналіз лобового зіткнення отримали наступні результати:

Максимальне відхилення 245.1мм, (Рисунок 2.22) показник отриманий завдяки довжині центральної балки, яка становить 900мм. У ситуації реального зіткнення не буде рівномірного розподілу сил по площі, основну силу зіткнення приймуть поздовжні балки тому деформацію варто сприймати за показниками деформації поздовжніх балок 60-80мм.

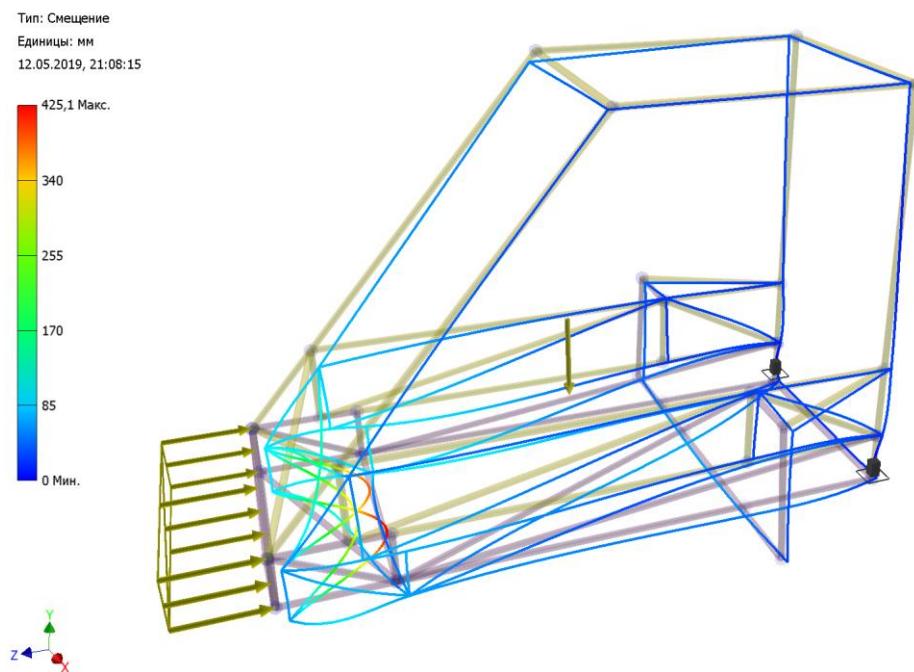


Рисунок 2.22 – моделювання деформації при лобовому зіткненні.

При боковому зіткненні, яке найчастіше виникає на поворотах швидкість становить приблизно 15 км/год. Розрахувавши сили зіткнення при швидкості в 15 км/год накладаємо сили на модель рами. Відповідно до отриманих результатів максимальне відхилення становить 189.9мм (Рисунок 2.23) у

верхній частині рами. Це зумовлено завдяки деформації нижніх опорних труб, які зміщують точки опори верхніх. Деформація нижніх труб становить 70 - 120 мм.

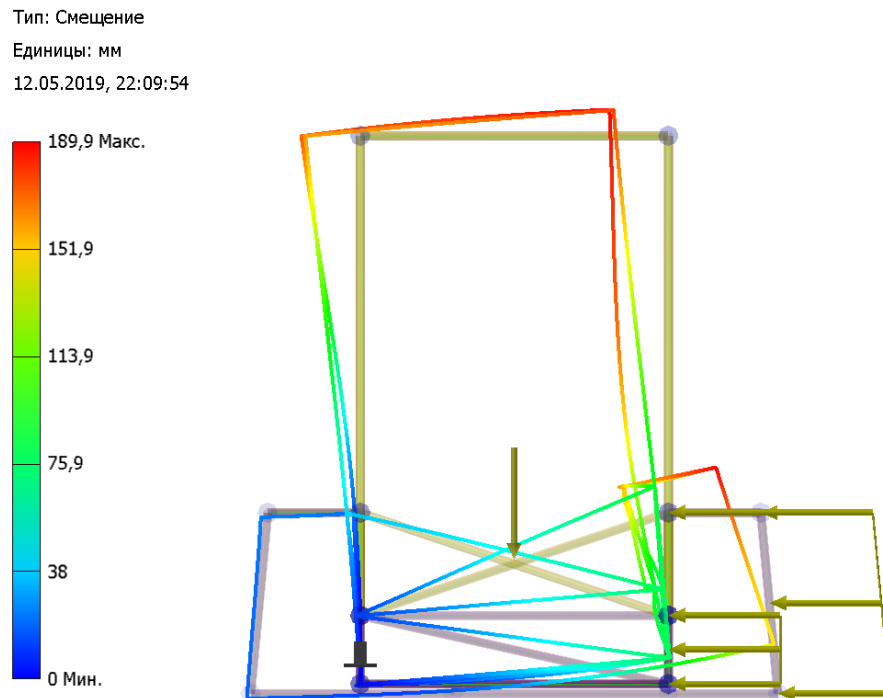


Рисунок 2.23 – моделювання деформації при боковому зіткненні.

Загальні результати аналізу: при боковому зіткненні деформація нижніх труб становить 70-120 мм, що не входить в зону розміщення водія. При забезпеченні необхідної фіксації водія – пошкодження будуть мінімальними.

При лобовому зіткненні акумуляторний блок рами деформується на 60-80мм. Для додаткового захисту в акумуляторному блоці буде розміщено чохол який прийме частину навантаження на себе, зміцнивши передню частину рами.

Отже, за отриманими теоретичними даними міцності рами достатньо для того щоб захистити водія при лобовому зіткненні на швидкості близькій до 40км/год та при боковому зіткненні на швидкості 15км/год.

## **2.9 Відповідальні вузли**

До відповідальних вузлів належать: мотор-колеса, акумуляторний блок, рульова стійка, панель керування, програмний центр керування автомобілем.

Доступ до мотор-колеса можливо отримати через бокові панельні елементи, для цього необхідно відкрутити дві несущі шайби на валу та у верхньому кріплення опорної рами мотор-колеса.

Акумуляторний блок знаходиться в носовій частині машини у захисному чохлі який закриватиметься панельною пластиною з фронтальної сторони машини.

Рульова стійка знаходиться у носовій частині машини, доступ до якої буде реалізовано через нижні панелі торпеди машини та фронтальну пластину.

Плата керування системами автомобілю буде знаходитись на внутрішній стороні пластини торпеди, доступ до неї буде реалізовано через відкриття відсіку з платою керування з салону автомобіля.

## 2.10 Висновки по розділу

Виконавши: аналіз, моделювання та розрахунок моделей: візка, зони досяжності та рами автомобіля встановлено:

- користувачі з обмеженими можливостями мають особливу зону досяжності, якої повинні дотримуватись розробники протягом всього процесу розробки.
- Для кращого розуміння проектованої моделі зручно створювати модель в наступному порядку: візок із зоною досяжності людини – раму.
- Труби в з круглим перерізом ефективніші за труби квадратного перерізу по 5 параметрам на 9,69%.
- Ітераційний метод побудови моделей дозволяє забезпечити найкращі результати завдяки поступовим вирішенням проблем моделі та постійною інтеграцією вдосконалень.
- Розрахунки показали допустимі значення на передню та задню вісь.
- Отримана модель рами забезпечуватиме користувачу необхідною кількістю вільного простору та відповідатиме стандартам рівня захисту.

## **3 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РАМИ**

### **3.1 Технологія виготовлення**

Для виготовлення складних просторових рам прийнято використовувати складальні конструкції – стапелі [30].

Складальний стапель – конструкція призначена для позиціювання труб у просторі відповідно до моделі необхідної конфігурації. Виготовляється з листового металу, привареного до спільної основи. Принцип дії полягає у фіксації кожного елементу конструкції щонайменше двома точками фіксації.

Стапель рама дозволяє пришвидшити процес виготовлення рами та зменшити похибку взаємного розташування труб. Цей спосіб є економічним та енерго-ефективним. Термін використання стапелю залежить від товщини пластин та матеріалу який використовувався при створенні конструкції стапелю.

Для дрібносерійного виробництва стапель є найефективнішим рішенням підвищення продуктивності виробництва рами. Тому для створення робочого варіанту рами вирішено спроектувати стапель раму.

### **3.2 Проектування складального стапеля**

Щоб спроектувати складальний стапель необхідно знати розташування труб рами відносно певної точки. Надійним способом для створення моделі складального стапеля є використання готової 3D моделі рами.

Логіка побудови наступна:

- Створити додаткові площини у моделі рами.
- Використати функцію «Розділити» (у якості інструменту розподілу – площини, у якості тіла розподілу – модель рами)
- У отриманих площинах створити ескізи, у ескізах проектувати на поверхню ескізу грані розподілених на сегменти труб.
- Накреслити тіло підтримок стапеля та видавити їх.



Оскільки 3D модель рами була створена у програмному забезпеченні Autodesk Inventor – модель стапелю також була створена у Autodesk Inventor. Результати проектування представлені на рисунку 3.1, 3.2.

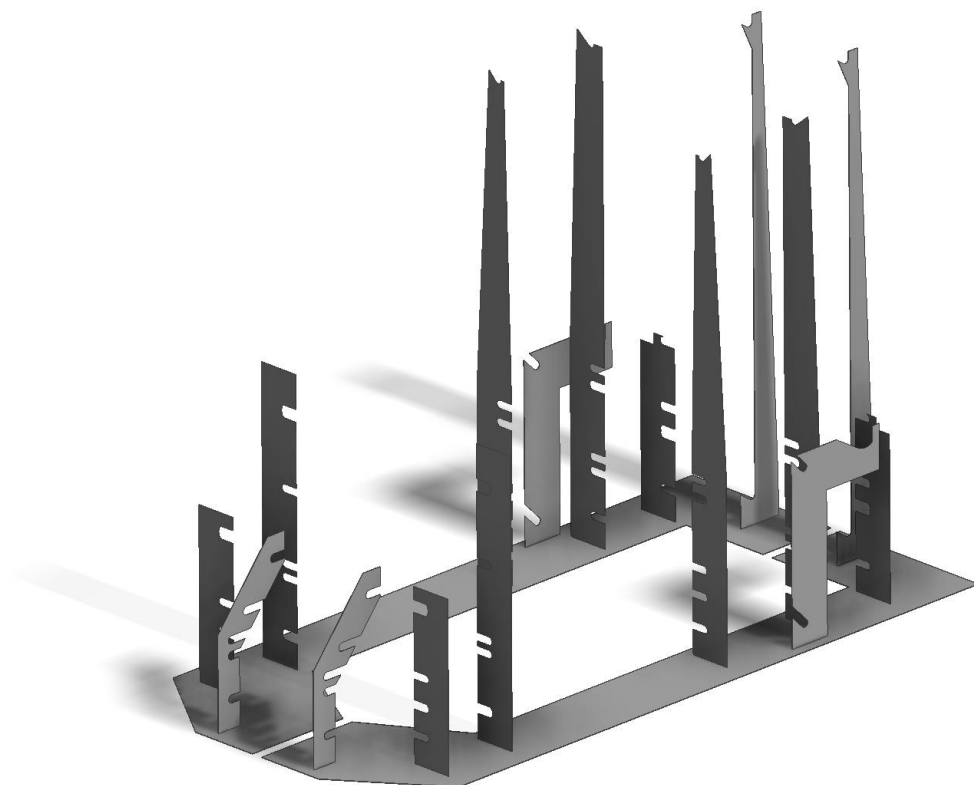


Рисунок 3.1 – Модель складального стапелю.

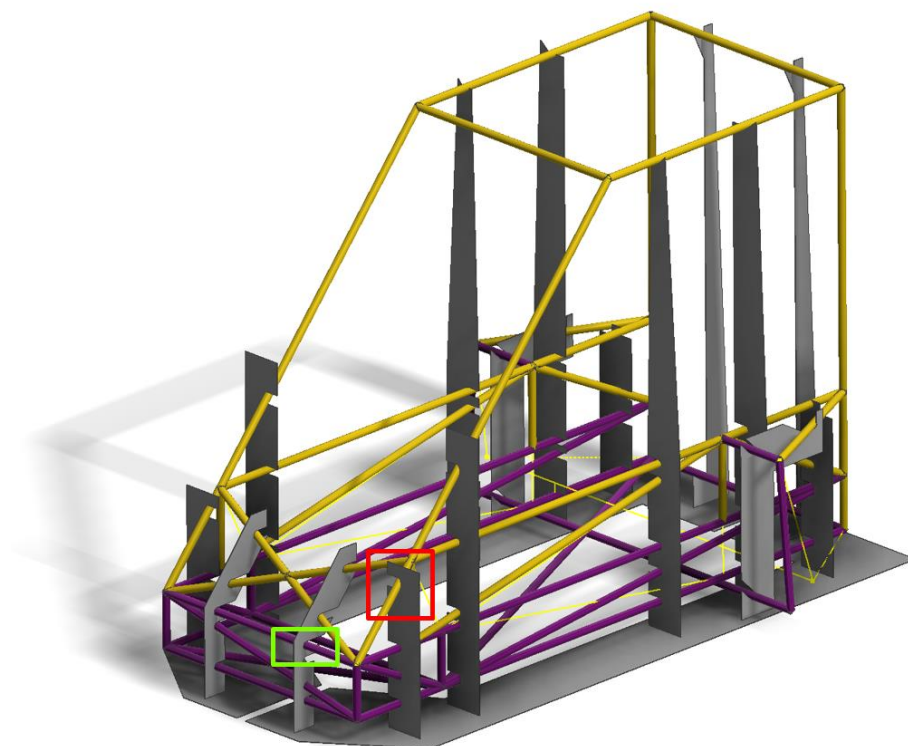


Рисунок 3.2 – Модель рами у складальному стапелі.

При побудові стапелю існують проблемні місця, які вимагають більшої уваги до проектування. Наприклад червона зона (рис 3.2). Через розташування кріплення під двома кутами (перпендикулярного розташування пластини та куту нахилу труби) маємо вузол що залежить від складної геометрії. (рис.3.4)

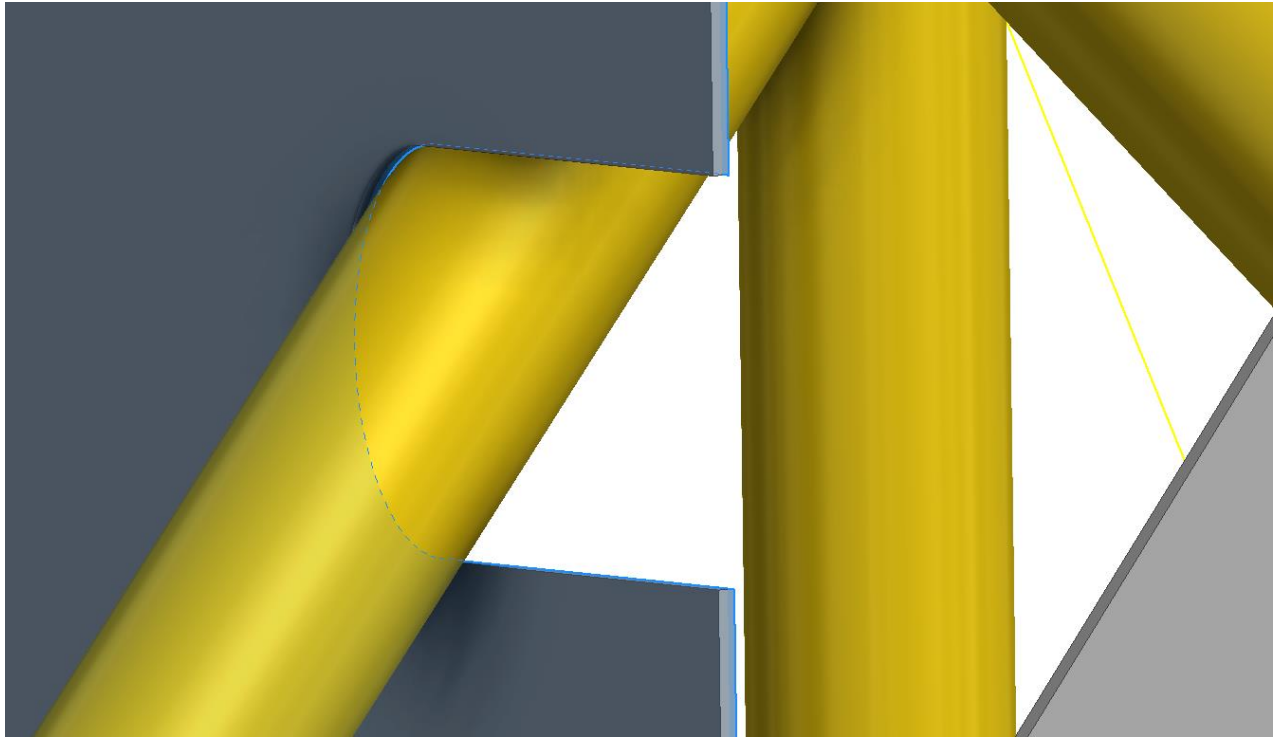


Рисунок 3.4 – Проблема профілів вузда під двома кутами)

Перша задача – дізнатись допуски на трубу відповідно до труби 28x2мм (ДСТУ 8734-75) та допуск виготовлення профілів на лазерному станку.

Відповідно до ДСТУ (ст.16, табл. 2) граничні відхилення труб діаметром від 10 до 30 мм становить  $\pm 0.3$ мм.

Допуск виготовлення деталей на лазерному станку утворюється в першу чергу конусністю перерізу лазерним пучком. Згідно з характеристичною картою станка – переріз сталі товщиною 5 мм буде виконуватись з допуском  $\pm 0,1$  мм.

Отримані допуски:

- Труби – 0.3мм.
- Пластини – 0.1мм.

Виходячи з більшого допуску труб конструкція стапельних пластин повинна компенсувати можливість зміщення ще на  $\pm 0.2\text{мм}$ . у всіх напрямках. Складаємо виробниче креслення.

За для забезпечення точності моделі елементів стапеля іони будуються по проєктованим лініям перетину поверхні та профілю труби. Необхідність забезпечити місце для допуску в  $\pm 0.2\text{мм}$  – буде виконано збільшенням розмірів точок фіксації на  $0.2\text{мм}$ . Разом з допуском в  $\pm 0.1\text{мм}$  ми отримаємо загальний допуск в  $\pm 0.3\text{мм}$ .

$$TD_{\text{л}} = \pm 0.1\text{мм} - \text{допуск лазерної порізки}$$

$$TD_{\text{т}} = \pm 0.3\text{мм} - \text{допуск виготовлення труб}$$

$$\Delta TD = TD_{\text{т}} - TD_{\text{л}} = \pm 0.2\text{мм}$$

Отримане виробниче креслення з дотриманням вимог допусків виробництва (рис 3.5). Для детальнішого ознайомлення дивись додаток И.

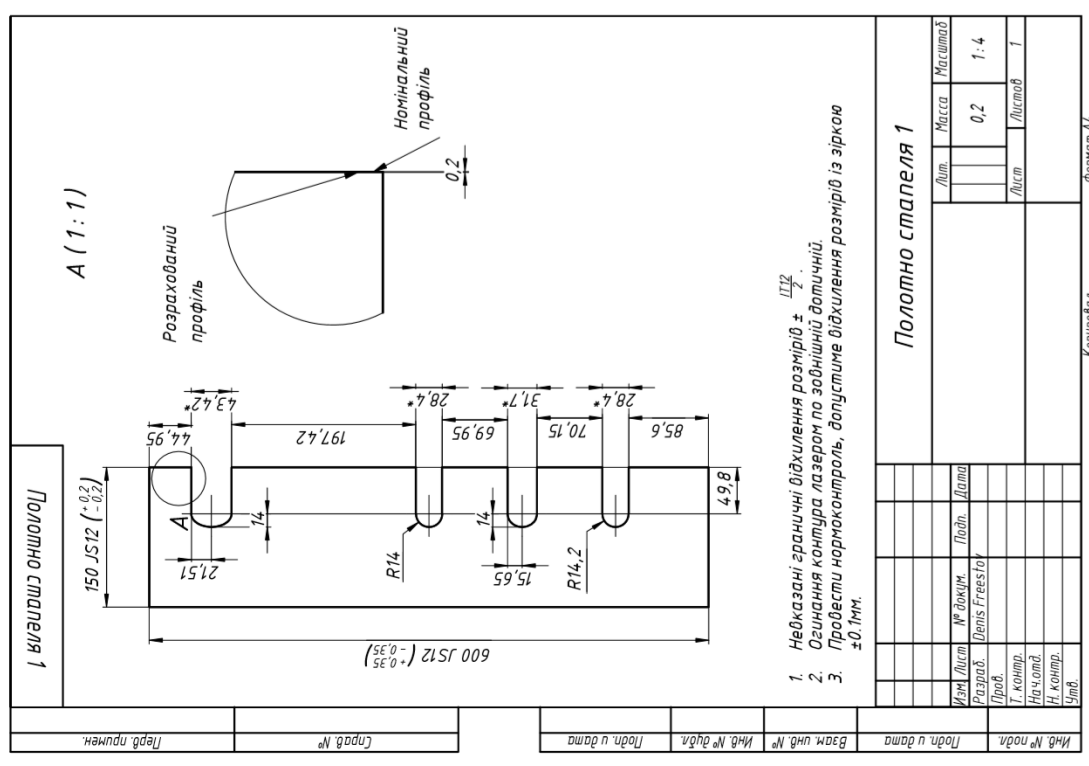


Рисунок 3.5 – Виробниче креслення полотна стапеля 1.

### 3.3 Технологія виготовлення стапеля

Після моделювання стапелю ми конвертували файли пластин у dxf формат [31]

Файл формату DXF - Drawing Exchange Format File, відноситься до файлів категорії CAD. Даний формат файлу був заснований фірмою Autodesk, яка застосовувала dxf в кресленнях програмного комплексу AutoCAD. DXF файли є відкритим векторним форматом, що служить з метою обміну даними графіки в середовищі САПР.

З готовими файлами для виробництва складаємо таблицю технологічного процесу виготовлення складального стапеля (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – технологічний процес виготовлення стапелю.

№ Операції	Назва операції	Обладнання	Інструмент	Зміст
05	Лазерна	Gigo 1325 [32]	Лазерний випромінювач 130 Вт Reci w6 (Yongli) [32]	Порізка листового металу, S-5мм, відповідно до контурів стоек.
10	Слюсарна	Шліфмашина ексцентрикова Dnipro-M PE-50S [33]	Круг шліфувальний Dnipro-M P80 125 мм [34]	Шліфувати кромки, зняти гострі кути.
15	Слюсарна	-	-	Складання профілів відповідно до пазів розміщення.
20	Контрольна	-	-	Контроль розміщення профілів.
25	Зварна	Напівавтомат IGBT MIG/MMA Dnipro-M SAB-310 [35]	Електроди Dnipro-M 3 мм [36]	Зварка профілів з основною пластиною.
30	Слюсарна	Шліфувально-гравіювальна машина Dnipro-M SG-20X [37]	Шліфувальний круг 5мм. [37]	Обробка граней посадочних місць
35	Контрольна	-	-	Контроль розмірів та якості зварних швів

З готовим стапелем та специфікацією труб необхідною для виготовлення (додаток 3). Необхідно спроектувати таблицю технологічного виготовлення рами транспортного засобу (таблиця 3.2).

Для побудови рами були обрані сталі труби 28х2мм (ДСТУ 8734-75), зі сталі 35. Наступним кроком повинні обрати тип з'єднання труб. Для з'єднання сталених виробів оптимальним рішенням є зварка.

### **3.4 Зварювання середньо-вуглецевих сталей.**

До особливостей зварки середньо-вуглецевих сталей відносять [38]:

Через велику кількість вуглецю з'єднання таких деталей ускладнюється. Це виражається в тому, що поблизу граней шва можуть утворюватися тріщини і осередки з яскраво вираженою крихкістю матеріалу.

Щоб уникнути цього, застосовують електроди, в складі яких міститься низька кількість вуглецю.

Ще одним заходом щодо підвищення якості з'єднання є попереднє розігрівання і постійний підігрів деталей в процесі. При зварюванні сталей напівавтоматом для підвищення якості шва краще здійснювати рухи електродом не впоперек, а вздовж стику деталей і використовувати коротку дугу. Після зварювання шов рекомендують кувати і термічно обробити.

Для зварки сталі прийнято використовувати дуговий тип зварки. Основними видами дугової зварки є [39]:

- MMA (Manual metal arc. Ручна дугова зварка)
- TIG (Tungsten inert gas. Аргонно – дугова зварка)
- MIG-MAG (Metal inert gas - metal active gas. Напівавтоматична, проволкою)

### 3.4.1 ММА зварювання

Особливість цього виду зварювання зумовлена відсутністю потреби у балоні з газом. Спеціальне покриття електрода – це і є захисний газовий бар'єр (рис 3.6) .

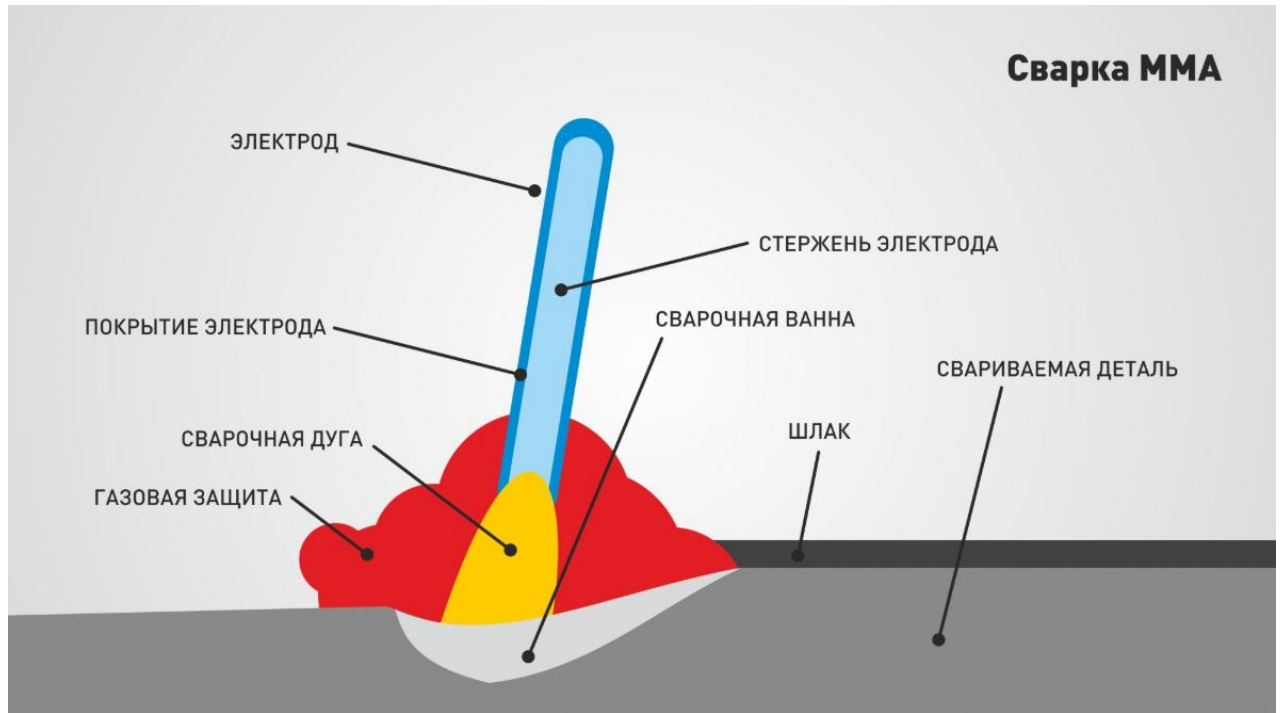


Рисунок 3.6 – ММА зварювання. Ресурс [39]

Як тільки електрод торкнеться металу і отриманий струм короткого замикання розплавить метал електрода, розплавиться і покриття навколо нього. Хмара газу забезпечить провідне іонізоване середовище для дуги і захист розплавленого металу від доступу кисню.

Електроди підбираються за типом металу і діаметру. Тип металу важливий, так як в процесі роботи метал стрижня електрода крапля за краплею перетікає у зварюваний метал і сплавляється з ним. Для міцного з'єднання метал стрижня електрода і метал що зварюється повинні бути ідентичні. На упаковці електродів завжди вказується, для яких металів підходять дані електроди.

Після того, як визначилися з типом електрода, необхідно визначитися з його товщиною. Чим товщий електрод, тим більша сила струму, яка його може розплавити. Тим більшу товщину металу може зварити. Тому товщина

електрода підбирається під товщину металу. Рекомендації для чорних металів у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 –Рекомендації вибору електроду.

Товщина металу	2мм	3мм	4-5мм	4-10мм
Діаметр електроду	2мм	3мм	3мм	4мм

### 3.4.2 TIG зварювання

Користувачі типу TIG - професіонали і високо рівневі користувачі. TIG зварювання забезпечує більш точні шви, але сильно програє MMA в продуктивності і простоті використання. Принцип роботи: під час зварювання через сопло у зону зварки подається газ аргон. Основна задача аргону – запобігти потрапляння кисню у зону зварювання. Це суттєво покращує якість шву, оскільки зона зварювання надійно захищена від кисню, однак суттєво ускладнює процес використання такого обладнання. Принцип роботи зображений на рисунку 3.7.

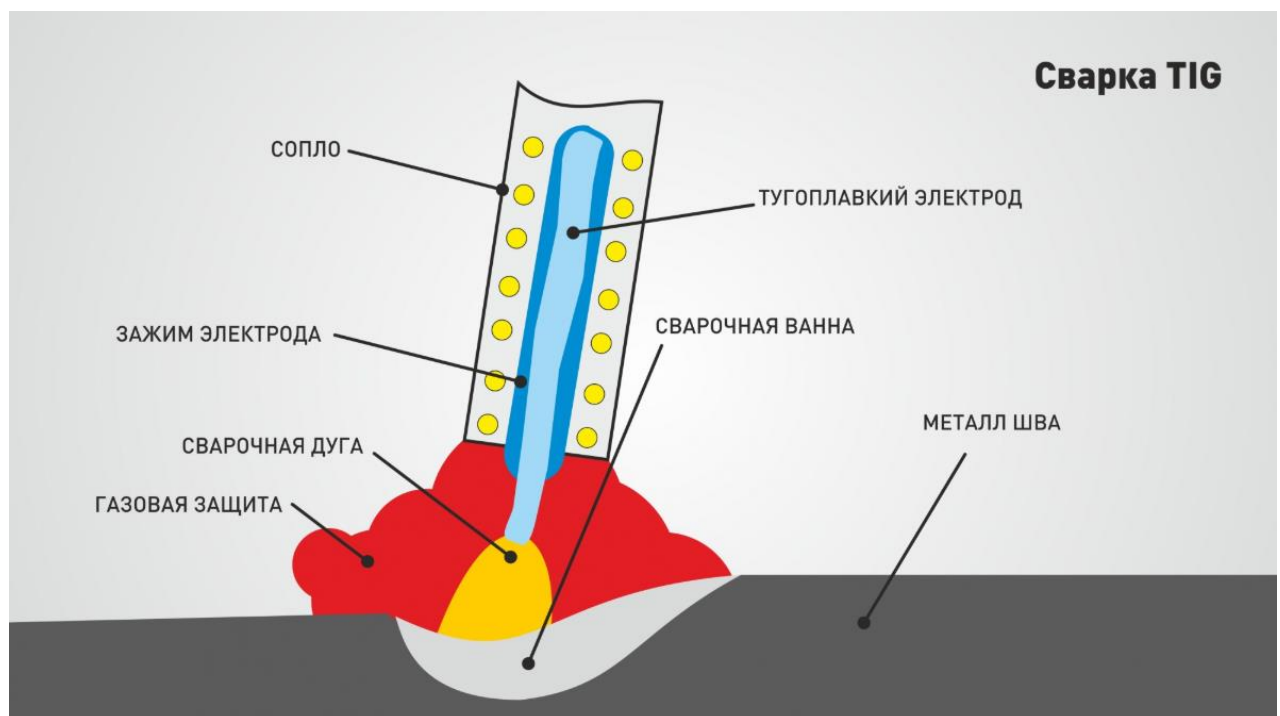


Рисунок 3.7 – TIG зварювання. Ресурс [39]

### 3.4.3 MIG/MAG зварювання

Напівавтоматичне зварювання дротом. Застосовується в основному для зварювання листового металу, тому традиційно основна сфера застосування - кузовний ремонт, а також будівництво конструкцій з чорного тонколистового металу. Використання дроту замість змінних електродів сильно підвищує продуктивність. На побутових апаратах використовуються котушки ємністю 1 або 5 кг, а на професійних - 5 або 15 кг.

Дріт може використовуватися як звичайний (без додаткового шару), так і з додатковим шаром (флюсовий). У першому випадку обов'язкове застосування балона з газом (режим GAS). У другому балон не потрібен (NO GAS). Незважаючи на те, що працювати без балона зручніше, частіше обирається звичайний дріт. Причина цього полягає у різниці цін. Також, акуратність швів в середовищі газу з балона вище. Принцип роботи показаний на рисунку 3.8.

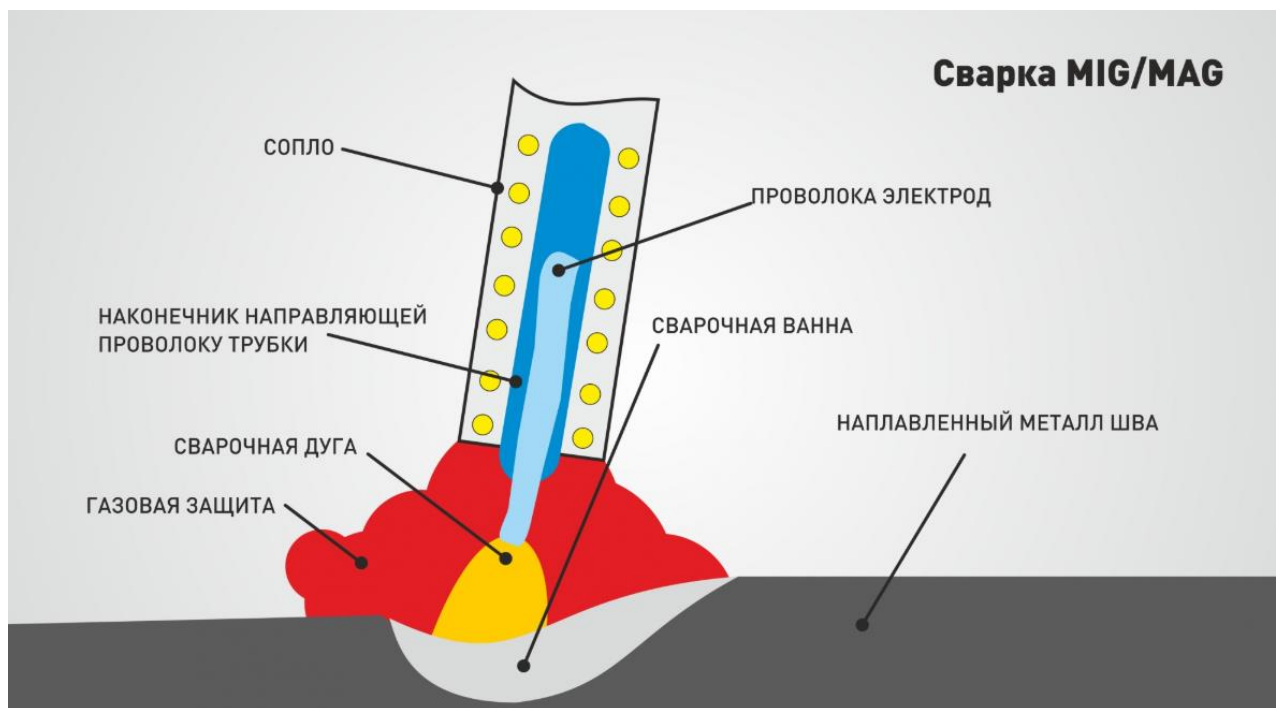


Рисунок 3.8 – MIG/MAG зварювання. Ресурс [39]



Відповідно до вимог економічності проекту та відсутності професійних кадрів у питанні зварки обраний тип зварювання – ММА (ручна дугова зварка).

Проекту не розрахований на багатосерійне виробництво, тому доцільним є використання простішої технології зварювання з подальшою зачисткою місць зварки. Після технологічних операцій будуть проведені операції контролю.

Наявні всі необхідні параметри для виробництва рами транспортного засобу. Складаємо таблицю технологічного процесу виготовлення (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – технологічний процес виготовлення рами.

№ Операції	Назва операції	Обладнання	Інструмент	Зміст
05	Різальна	FDB Maschinen SG 409 [40]	Ленточна пила 27x0. 9x3/4 [41]	Порізка труб відповідно до виробничих креслень.
10	Слюсарна	Шліфмашина ексцентрикова Dnipro-M PE-50S [33]	Круг шліфувальний Dnipro-M P80 125 мм [34]	Шліфування стиків труб, підгонка.
15	Слюсарна	-	-	Складання труб відповідно до пазів розміщення.
20	Контрольна	-	-	Контроль основних розмірів.
25	Зварна	Напівавтомат IGBT MIG/MMA Dnipro-M SAB-310 [35]	Електроди Dnipro-M 2 мм [36]	Зварка труб у стапелі.
30	Слюсарна	Шліфмашина кутова Dnipro-M GL-160SE [42]	Диск зачисний Dnipro-M Ultra 125, 22.2 мм [43]	Обробка зварних швів.
35	Контрольна	-	-	Контроль розмірів та якості зварних швів.

### 3.5 Створення прототипу рами

Для проведення випробувань параметрів та характеристик рами суттєвою перевагою є наявність прототипу рами автомобіля. Це дає можливість випробувати розташування основних елементів та при наданні меншого навантаження знайти слабкі вузли рами автомобіля.

Також наявність прототипу є перевагою при пошуку інвесторів, оскільки це показує готовність проекту та команди до виробництва робочого рішення та наявність проведеної роботи. Прототип краще донесе необхідну інформацію габаритних розмірів, внутрішнього розташування елементів та загального комфорту використання.

Для створення прототипу було вирішено використовувати дерев'яні бруски 30х30мм. 3D модель будувалась як складальна збірка з нижньої (несучої рами) та верхньої (загальної). На момент створення прототипу актуальною була рама четвертої ітерації.

Для побудови прототипу необхідно адаптувати існуючу модель рами до нових вимог, а саме нового профілю труб, включно з потрібними кутами розрізання ланок. Адаптована модель представлена на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – Адаптована модель нижньої (несучої) частини рами.

2		1	
Перв. примен.	Нижняя часть дерева-1		
Стор. №			
A			
Подп. и дата			
Имя, № докл.			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Имя, № подл.			

Нижняя часть дерева-1								
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Масса	Масштаб
Разраб.	denis			20.03.2019			7,6	1: 12
Пров.								
Т. контр.								
Нач.отд.								
И. контр.						Лист	Листов	1
Смет.								

1 Копировал
Формат А3

Для виробництва прототипу склали виробничі креслення (рис. 3.11) з розмірами усіх ланок відповідно до готової моделі 3D збірки. Для детальнішого ознайомлення дивись додаток Є.

83

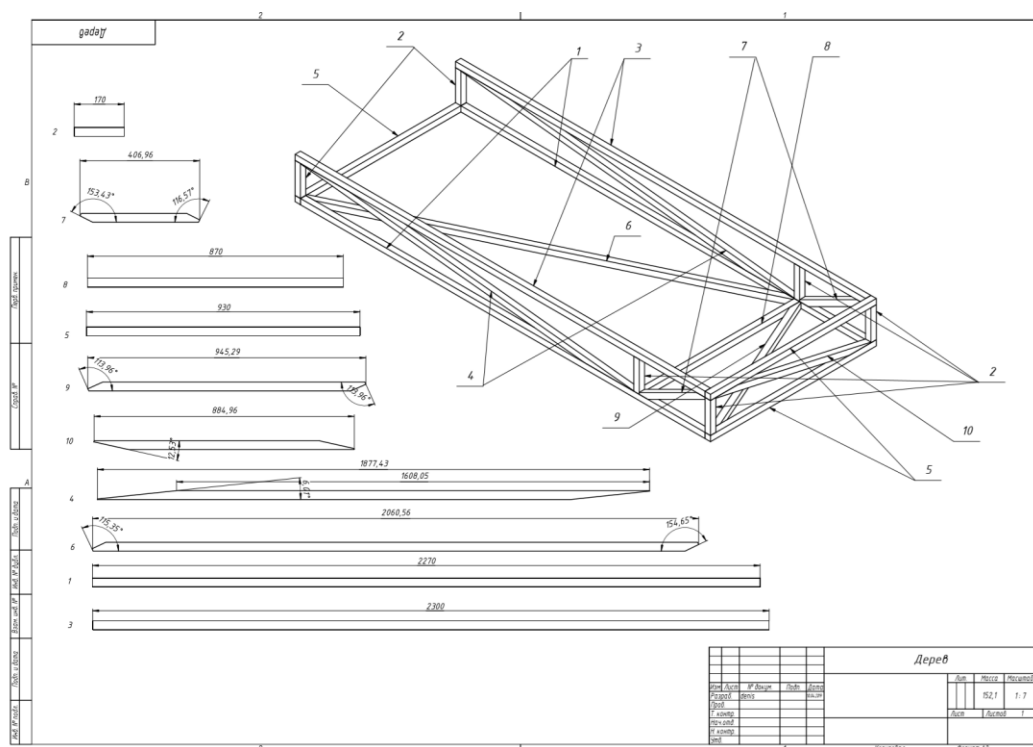


Рисунок 3.11 – Виробниче креслення нижньої (несучої) частини рами.

Прототип основної рами (рис. 3.12) у натуральному розмірі дозволило перевірити розташування головних елементів, зробити висновки щодо габаритних розмірів у двох вимірах, перевірити реальне розміщення візка.



Рисунок 3.12 – Фото прототипу несучої частини рами.

Складання верхньої частини рами.

Для побудови верхньої частини рами відповідно до 3D моделі рами було створено складальне креслення (рис. 3.13). Для детальнішого ознайомлення дивись додаток Ж.

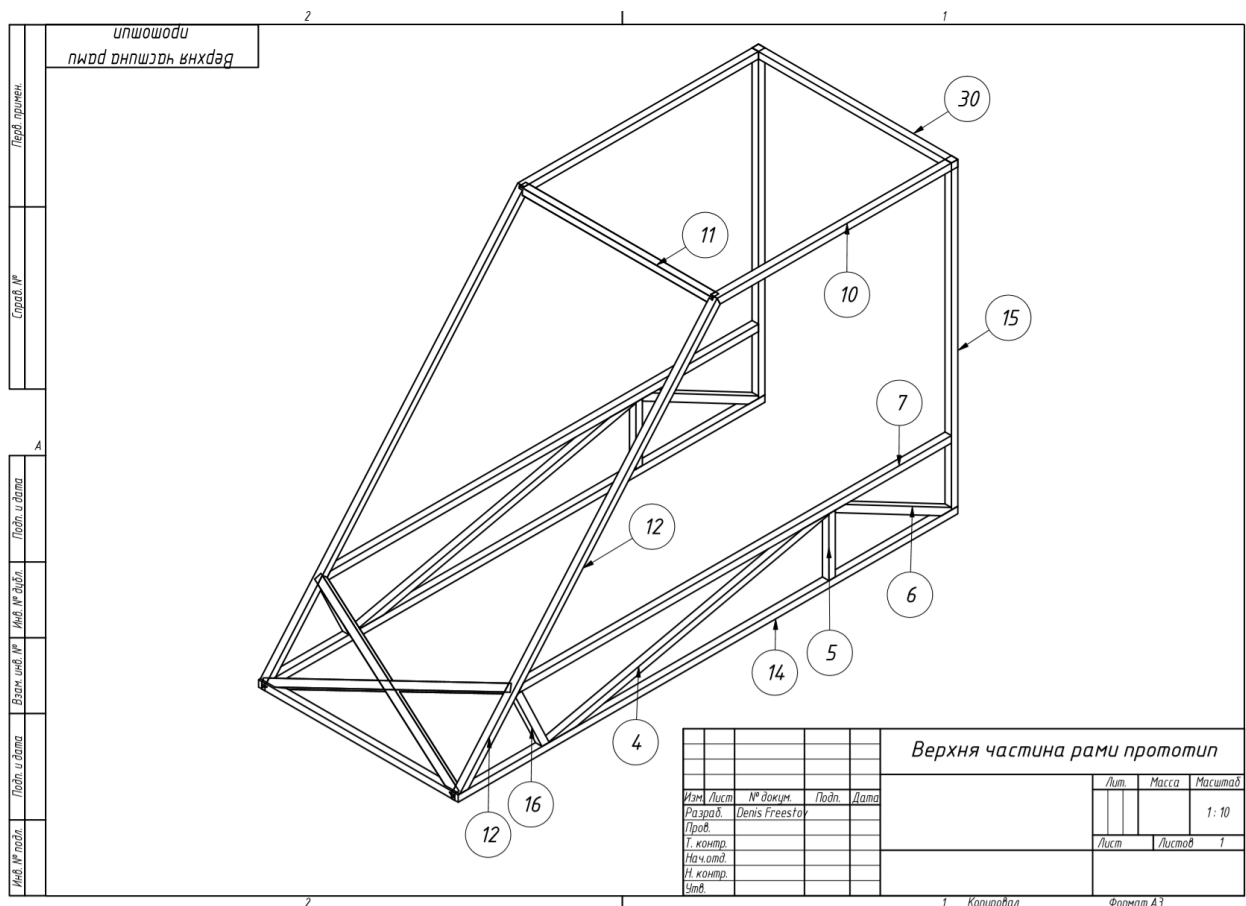


Рисунок 3.13 – Складальне креслення верхньої частини рами.

Для виготовлення дерев'яної верхньої частини та складання загального прототипу рами використовували розміри дерев'яних планок взятих одразу з моделі рами, спроектованої в програмному рішенні – Autodesk Inventor.

Нанесли лінії розрізу відповідно до позиції та обробили усі планки, отримали наступний результат (рис. 3.14, 3.15)





Рисунок 3.14 – Фото бокового виду прототипу з візком.



Рисунок 3.15 – Фото лобового виду прототипу з візком.

### 3.6 Висновки по розділу

- Габаритні розміри розраховано вірно.
- Розташування зони керування буде комфортабельним.
- Заїзд та переміщення візка відбувається без перешкод.
- Внутрішнього простору вистачить для розташування елементів.
- Необхідно покращити положення передніх - бокових планок.
- Одна центральна діагональна планка забезпечує недостатню міцність.
- Фронтальний відділ для акумуляторів потрібно зміцнити.
- Діагонально нахилені планки зміцнити поперечно.
- У відповідальних кутах додати зміцнюючі вставки.

Отже, провівши тестування прототипу в реальному масштабі ми отримали задовольняючі результати. Габаритні розміри та зручність розташування елементів – забезпеченні у відповідності до потреб водія. В той час, як міцність окремих вузлів або зон потребує модифікації. Вирішення проблем буде виконано в ітерації розвитку №5.

## 4 СТАРТАП-ПРОЕКТ

### 4.1 Опис ідеї проекту

Ідея – створити екологічно чистий транспортний засіб для людей з обмеженими можливостями на інвалідному візку. Електрична платформа «odi» буде забезпечувати мобільністю та маневреністю водія з обмеженими можливостями в межах міста. За рахунок малого запасу ходу час на перезарядку буде мінімальним, також платформа дозволить водіям отримати працевлаштування у сфері доставки та таксування. Перевагами продукту є : відносна легкість у виготовленні, мала габаритність та відсутність викидів вуглекислого газу у навколишнє середовище. Перевагами для користувача є: дешевизна у порівнянні з конкурентами, легкість у використанні та обслуговуванні.

Таблиця 4.1–Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Створення електричного транспортного засобу для людей з обмеженими можливостями.	1. Мобільний транспорт	Можливість дістатись до потрібного місця без допомоги.
	2. Працевлаштування	Можливість отримати працю у сфері доставки чи таксування.
		Енергоефективність
		Функціональність
		Відносна дешевизна

#### 4.1.1 Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї

До техніко-економічних переваг концепту платформи «odi» відносяться такі характеристики:



- Дешевизна – забезпечується використанням оптимальних матеріалів по характеристиці ціна-якість та використанням оптимізованого процесу збірки транспортного засобу.
- Легкість у використанні – прототип розрахований на повноцінне використання однією людиною з обмеженими можливостями без допомоги інших осіб.
- Економічність у використанні – завдяки невеликій вазі рівень споживання електроенергії – менший ніж у електрокарів серійного виробництва.
- Економічність у часі – завдяки оптимальному для міста запасу ходу перезарядка відбувається швидко.
- Легкість у обслуговуванні – заміна стандартизованих для механіки компонентів дозволяє швидко та легко провести ремонт транспортного засобу.

На даний момент головні конкуренти це:

#### Проект «KENGURU»

Малосерійне виробництво електрокарів Kenguru, що знаходиться у Техасі. Головним недоліком є висока вартість електрокару, яка становить достатню суму (в Україні) для купівлі та переобладнання звичайного автомобіля під людину з обмеженими можливостями на візку. Перевага – уже налаштоване та працююче виробництво, лояльні до людей з обмеженими можливостями закони Техасу.

#### Проект «EQUAL»

Концепт що представлений великобританською фірмою «Absolute Design». Являє собою візуалізацію зовнішнього дизайну без інформації щодо характеристик автомобіля. Недолік – довге перебування проекту на рівні візуалізованих зображень. Перевага – професійне створення дизайну та ергономіки концепту.

## Модернізовані автомобілі

Звичайний для всіх країн варіант вирішення проблеми – модифікація існуючих моделей авто для користування людьми з обмеженими можливостями на візку. Головні недоліки – машини що модернізуються були спроектовані для використання людьми без обмежених можливостей, повноцінне використання людьми на візку – складно реалізувати; вартість модернізації може становити половину вартості машини. Переваги – доступність у всіх країнах, можливість власного вибору авто та типу модернізації.

Порівняльний аналіз концепту платформи «odi», з представленими вище конкурентами, наглядно вказує на недоліки та переваги проекту та його конкурентоспроможність. До переваг можна віднести вартість та планування розробки платформи «odi». До недоліків – відсутність фінансування виробництва.

Результати порівняння представлено у табл.4.2.

Таблиця 4.2 – Визначення характеристик ідеї проекту.

п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Наш проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3			
	Запас ходу, км	50	45	-	500	-	+	-
	Вартість, \$	5 тис.	25 тис.	-	>20 тис.	-	-	+
	Фінансування виробництва	Ні	Так	Ні	Так	+	-	-
	Додаткові комплектації	Так	Ні	Ні	Так	-	-	+

## 4.2 Технічний аудит ідеї проекту

Провівши аудит технологій, за допомогою яких проект набуває своїх особливостей можна визначитись з необхідними кроками для того щоб реалізувати ідею.

При створенні екологічно чистого транспортного засобу головною метою виступає зменшення викидів вуглекислого газу в навколишнє середовище. Зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу вирішується шляхом заміни двигуна внутрішнього згорання на електричний привід, а саме мотор колеса. Такі технології вже існують та доступні для реалізації.

При створенні економічного транспортного засобу головною задачею виступає зниження кількості дорогих деталей. Також, для покращення цієї складової, можна збільшити використання продукції вітчизняних виробників та знизити споживання приводом руху електроенергії. Проблема споживання електроенергії можна вирішити шляхом чіткого налаштування приводу руху та контролера. Така технологія наявна і доступна, але потребує доопрацювання.

При виготовленні ергономічного автомобіля для людей з обмеженими можливостями головною проблемою є недосконалість форм та конструкцій корпусних і функціональних деталей, що знижує привабливість продукту. Така проблема вирішується оптимізацією цих форм під середній показник потреб покупця в ергономіці автомобіля. Така технологія наявна та доступна, але потребує доопрацювання.

Таблиця 4.3–Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Зробити екологічний автомобіль	Заміна ДВЗ на електричний привід	Наявні	Доступні

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
2.	Зробити економічний автомобіль	Чітке налаштування приводу руху	Наявні, але необхідно модифікувати	Доступні
3.	Зробити ергономічний автомобіль	Оптимізація конструкцій та форм корпусних і функціональних деталей під зручність споживача	Наявні, але необхідно модифікувати	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: усі три технології доступні та наявні на ринку				

#### 4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

На теренах України з 1863 по 2018 роки існував та функціонував Запорізький автомобілебудівний завод «Комунар» [44], котрий виробляв ще з 1971 року спеціалізовані автомобілі для людей з різними обмеженнями можливостей. Останніми автомобілями, котрі будувалися для таких людей були Daewoo Lanos та Sens виготовлення яких закрили в 2018 році [45]. На даний момент в Україні можна тільки модифікувати свій автомобіль за допомогою маніпулятора шведського виробництва Carospeed [46], котрий одночасно виконує функції, як газу так і гальма. Ринок транспортних засобів для людей з обмеженими можливостями між собою ділять проекти «KENGURU» та «EQUAL», а також модифіковані під такі автомобілі. Знайти точну інформацію на рахунок загального обсягу продажу транспортних засобів для людей з обмеженими можливостями, як в Європі, так і у світі на жаль не є можливим, та і статистики на рахунок вироблених машин відсутній. За попередніми підрахунками, потенційний обсяг продажу складатиме приблизно 420 млн. \$ у Європі. Так, як на ринок досі не вийшли автомобільні гіганти, а також те, що на

подібні транспортні засоби є попит, хоч і не великий, можна зробити висновок, що даний ринок стагнує. Основними обмеженнями виходу на ринок являються вимоги до транспортних засобів на дорогах громадського використання відповідно до ПДД Україна та МСТО, а також початковий капітал для старту виробництва. За попередніми розрахунками середня норма рентабельності складатиме 25%.

Таблиця 4.4—Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3
2	Загальний обсяг продаж, \$	Потенційний обсяг $\approx$ 420 млн. \$
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стогує
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Єдині вимоги до конструкції, технічного стану колісних транспортних засобів, що експлуатуються на дорогах загального користування та капітал для запуску виробництва
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вимоги до транспортних засобів на дорогах громадського використання відповідно до ПДД Україна та МСТО
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	25%

### 4.3.1 Потенційні групи клієнтів

Єдиною потенційною групою клієнтів є люди з проблемами функціонування нижньої частини тіла. Проте дана група розділяється в потребах, а саме: люди, котрі хочуть відчувати свободу руху; люди, котрим ніхто не може з'їздити за покупками в магазин; люди, котрим важлива зручність пересування по місту; люди, котрі хочуть повернути собі можливість водити, або ті, хто завжди про це мріяв. Цей проект, також надає можливість заробляти гроші працюючи кур'єром, а в майбутньому, з наступними модифікаціями, і таксувати 1 – 2 людей. Одним із головних аспектів цього проекту є його економічність, а саме його вартість та витрати на кілометр руху.

Таблиця 4.5–Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Зручність	Люди з обмеженими можливостями рухового апарату нижньої частини тіла	Проблеми з пересуванням за рахунок перебування у інвалідному візку	Якість, гарантія, дешевизна, малі габарити
2	Мобільність			
3	Бажання незалежності			
4	Заробіток		Бажання заробляти гроші	
5	Повернути можливість або втілити в життя мрію керувати т.з.		Бажання мати можливість керувати т.з. самостійно	Мале використання енергії та дешевизна самого виробу
6	Економічність		Різність у сприйнятті економічних показників як ефективних	

### 4.3.2 Аналіз ринкового середовища

Грунтуючись на аналізі вже існуючого ринку попиту і пропозиції, а також специфіці групи населення, на які націлений даний проект, можна виділити основні фактори загроз, суть цих загроз та можливі вирішення цих проблем.

Таблиця 4.6–Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Відомість торгової марки підприємства	Нікому невідома фірма котра продає дуже дешеві транспортні засоби для людей з обмеженими можливостями	Створення партнерських відносин з різноманітними фондами, що підтримують людей з обмеженими можливостями
2	Якість продукції	Низька ціна на т.з. може викликати недовіру до нього	Проведення безкоштовних тест драйвів та надання т.з. в безкоштовне використання на тиждень
3	Гарантія на продукцію	На скільки дорого буде обходитися обслуговування т.з.	Безкоштовне обслуговування т.з. протягом 1-2 років.

Так, як ринок не дуже завантажений конкурентами основними факторами можливостей цього проекту є:

- Відсутність територіального ринку
- Вихід на міжнародний ринок
- Перспектива розвитку проекту

Таблиця 4.7–Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Відсутність територіального ринку	Створення монополії в даній ніші ринку за рахунок відсутності прямих конкурентів на території України	Швидкий розвиток виробництва, партнерські відносини з фондами, реклама
2	Міжнародний ринок	Можливість виходу на міжнародний ринок	Міжнародна сертифікація, співпраця з міжнародними фондами та організаціями, розширення виробництва, знаходження нових інвесторів
3	Розвитку	Можливість розвивати виробництво, вдосконалювати т.з., створювати нові моделі, розвивати виробництво в інших напрямках	Вихід на міжнародний ринок, закріплення на ньому, розширення виробництва, нові партнерські відносини та спонсори.

### 4.3.3 Аналіз пропозиції

На території України відсутнє масове виробництво транспортних засобів для людей з обмеженими можливостями, а також засобів для переобладнання автомобілів. Через це, на національному ринку буде майже абсолютна монополія, що дасть в майбутньому чудове підґрунтя для виходу на міжнародний ринок. Основна конкуренція з'явиться вже при виході на міжнародний ринок. Одна із основ проекту являється його низька вартість, що буде достатньо вагомим аргументом при виході на міжнародний ринок.



Таблиця 4.8–Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції: монополія/олігополія/ монополістична	Монополія	На національному ринку відсутні прямі конкуренти тому можна буде просто розвивати виробництво до появи на ринку міжнародних конкурентів
2. За рівнем конкурентної боротьби: локальний/національний/	Національна, а потім міжнародний	Закріпитися на національному ринку після чого почати створення відносин з міжнародними фондами та організаціями для виходу на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою міжгалузева/ внутрішньогалузева	Міжгалузева	Низька вартість продукція та підтримка реалізованого товару
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-родова товарно-видова між бажаннями	Товарно-видова	
5. За характером конкурентних переваг: цінова / нецінова	Цінова	
6. За інтенсивністю: марочна/не марочна	Не марочна	Молодий ринок та відсутність великих компаній

#### 4.3.4 Аналіз умов конкуренції в галузі

При більш поглибленому аналізі можливої пропозиції, а також інформації на рахунок основних конкурентів, як прямих, так і потенційних, складаємо аналіз конкуренції в галузі за М. Портером.

Таблиця 4.9–Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Проект «KENGURU» Проект «EQUAL» Модернізовані автомобілі	Великі компанії авто- та мото-виробники	-Перевірена марка або компанія; -Гарантія якості продукту, диференціація витрат, змінні витрати постачальників, значення розміру поставок для постачальників	Диференціація витрат, змінні витрати постачальників, концентрація постачальників, значення розміру поставок для постачальників	Лояльність споживачів, ціни, змінні витрати
Висновки	Відсутня конкуренція проте вже існують готові до покупки товари лише на міжнародному ринку	Є можливість виходу великих компаній виробників на ринок за рахунок наявності в них готових потужностей для запуску виробництва	Постачальники диктують умови роботи на ринку. Умови якості виготовлення продукту, його ціну та дизайн	Клієнти також диктують умови роботи на ринку. Ціна, комфорт	- Недовіра клієнтів до нових технологій - Недостатня ознайомленість з маркою та компанією

### 4.3.5 Перелік факторів конкурентоспроможності

Основними факторами конкурентоспроможності на ринку являються:

- Ціна
- Додаткові комплектації
- Економічність
- Екологічність

Таблиця 4.10—Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Вартість транспортного засобу складатиме приблизно 5 тис. \$, що в 4-5 раз нижче за ціну вже існуючих конкурентів
2	Додаткові комплектації	Можливість доукомплектовувати транспортний засіб по бажанню замовника
3	Економічність	Низька вартість проїханого кілометра за рахунок електродвигунів
4	Екологічність	Відсутність викидів CO <sub>2</sub> у повітря за рахунок електродвигуна

### 4.3.6 Аналіз сильних та слабких сторін

Після оцінки основних факторів конкурентоспроможності проекту та технологічних особливостей конкурентів робимо порівняльний аналіз сильних та слабких сторін між «odі» та основними конкурентами.

Таблиця 4.11.1–Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін модернізованими автомобілями

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Рейтинг товару-конкурента у порівнянні з модернізованими автомобілями						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна		+					
2	Додаткові комплектації						+	
3	Економічність		+					
4	Екологічність		+					

Таблиця 4.11.2–Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «KENGURU»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Рейтинг товару-конкурента у порівнянні з «KENGURU»						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна		+					
2	Додаткові комплектації	+						
3	Економічність				+			
4	Екологічність				+			

Таблиця 4.11.3–Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «EQUAL»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Рейтинг товару-конкурента у порівнянні з «EQUAL»						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Ціна	+						
2	Додаткові комплектації	+						
3	Економічність				+			
4	Екологічність				+			

#### 4.3.7 SWOT-аналіз стартап-проекту

Після порівняння сильних та слабких сторін проекту, проводимо SWOT-аналіз.

Таблиця 4.12–SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
Економічність Екологічність Ціна Додаткові комплектації	Відсутність виробництва Енерго- та капіталоемність Одномісний Відносно малий запас ходу
Виходу на міжнародний ринок Удосконалення транспортного засобу Розширення виробництва в інші напрями Створення відносин з міжнародними організаціями	Великі автовиробники Якість перших зразків Вузьконаправленість виробництва Відсутність фінансування

#### 4.3.8 Альтернативи ринкової поведінки

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. Визначені альтернативи проаналізовані з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів.

Таблиця 4.13–Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Олігополія	Просто та ймовірно	Короткі

## 4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

### 4.4.1 Визначення стратегії та охоплення ринку

Через вузьконаправленність проекту є лише одна цільова група потенційних клієнтів – люди з обмеженими можливостями тому буде використовуватися концентрований маркетинг.

Таблиця 4.14–Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Основними клієнтами являються люди з обмеженими можливостями рухового апарату нижньої частини тіла в котрих на теренах України невелика фінансова підтримка зі сторони держави	Повна готовність сприймати продукт	Попит буде, через відсутність дешевих, повноцінних варіантів «купив – поїхав»	Кількість конкурентів на даний момент статична	Вихід у сегмент проста

### 4.4.2 Формування базової стратегії розвитку

Базовою стратегією розвитку була вибрана стратегія диференціації, оскільки в даному проекті команда надає транспортному засобу можливість різноманітних комплектацій, найнижча ціна на ринку у порівнянні з прямими конкурентами, а також його економічність.

Таблиця 4.15–Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Різноманітних комплектаций, низька ціна, економічність	Ринкове позиціонування	Найнижча ціна т.з. порівняно з прямими конкурентами, можливість персоналізації т.з., низька вартість кілометра дороги.	Стратегія диференціації

#### 4.4.3 Вибір стратегії конкурентної поведінки

Через те, що ніша досить прибуткова, в перспективі, залишається стабільною впродовж довгого часу і не дуже приваблива для великих компаній через свою вузько направленість, а також специфіку споживацької групи була обрана стратегія заняття конкурентної ніші.

Таблиця 4.16–Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопроходцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Проект не є “першопроходцем”	Компанія буде залучати нових споживачів, а також забирати існуючих у конкурентів	Ні, компанія не буде копіювати характеристики конкурентів	Заняття конкурентної ніші

#### 4.4.4 Стратегія позиціонування

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки розробляємо стратегія позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельну марку.

Таблиця 4.17–Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Зручність	Стратегія диференціації	Ергономічність та відносно малі габарити	
2	Економічність	Стратегія спеціалізації	Мінімальні витрати на паливе	
3	Ціна	Стратегія диференціації	Найнижча ціна на ринку прямих конкурентів	
4	Екологічність	Стратегія спеціалізації	Зменшення викидів CO <sub>2</sub> у повітря	

#### 4.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

##### 4.5.1 Формування маркетингової концепції товару

В цій таблиці формуємо першочергові потреби та вигоди товару. Основною потребою є створення екологічного, компактного, дешевого, зручного та економічного транспортного засобу.



Таблиця 4.18–Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Екологічний транспорт	Відсутність викидів	Техніко-експлуатаційні характеристики
2	Компактний транспорт	Компактність	
3	Зручний транспорт	Ергономіка	
4	Дешевий транспорт	Дешевизна товару і експлуатації	Економічні характеристики
5	Економічний транспорт	Дешевизна кілометру	

#### 4.5.2 Трирівнева маркетингова модель товару

Основна ідея проекту у створені економічного, екологічного, доступного та ергономічного транспортного засобу для людей з обмеженими можливостями.

Таблиця 4.19 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
1.Товар за задумом	Потенційні споживачі потребують, доступний, економічний, ергономічний, якісний та екологічний транспортний засіб.		
2.Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	1. Доступність	М	Тл/Ор
	2. Ергономічність	Нм	Тл/Ор
	3. Економічність	М	Тл/Ор
	4. Транспортабельність	Нм	Тл/Ор
	5. Екологічність	Нм	Тл/Ор
	Якість: Вимоги до транспортних засобів на дорогах громадського використання відповідно до ПДД Україна та МСТО		
	Пакується у дерев'яний ящик з пінопластом всередині та фіксується мотузками прикріплених до стінок ящику.		
	Марка: Маркою та назвою продукту одночасно являється назва «odi»		
3.Товар із підкріпленням	До продажу - підкріплюється гарантією на 12 місяців Після продажу - обслуговується по гарантії на протязі 12 місяців		
Потенційний товар буде захищено від копіювання за рахунок патентів на корисну модель, назву, на окремі вузли транспортного засобу, емблему.			

### 4.5.3 Визначення цінових меж

Цінові межі вартості товару складають приблизно 4 500\$ - 6 000\$, що вразі дешевше від товарів аналогів, але дорожче за товари замітники.

Таблиця 4.20–Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	Товари замітники дешевше, проте для їх використання потрібен автомобіль	Ціни в 4 - 5 разів вище	Рентабельність приблизно 25%	Ціна на товар: мінімальна – 4 500\$; максимальна – 6 000\$

#### 4.5.4 Визначення оптимальної системи збуту

При реалізації товару необхідні будуть посередники безпосередньо для продажу готової продукції. Також розповсюдження товару можна проводити за рахунок презентації його на виставках, а також представляючи його благодійним організаціям, за рахунок чого підніметься впізнаваність продукту. Основними точками збуту будуть: Інтернет - портали, невеликі салони, також можливий збут через вже відомі магазини (салони).

Таблиця 4.21–Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Низька мобільність цільових клієнтів	Транспортування, зберігання, рекламування, можливість тест-драйву	Ринок збуту на великій території	Багатоканальний розподіл

#### 4.5.5 Розроблення концепції маркетингових комунікацій

Для рекламування товару, готовий прототип буде презентуватися на виставках: стартап проектів, зеленої енергетики, автомобільної промисловості, принад для людей з обмеженими можливостями. Також будуть спроби налагодити відносини з різноманітними благодійними фондами та організаціями для представлення продукту цільовій аудиторії.

Таблиця 4.22–Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Низька мобільність цільових клієнтів, недовіра до невідомих компаній	Інтернет – портали, соціальні мережі, телебачення, радіо	Інформування	Проінформувати людей про існування продукту	На початку реклама тільки через Інтернет, в подальшому реклама буде на телебаченні та радіо

Ринкова маркетингова програма товару:

Товар буде позиціонуватися, як доступний, екологічний та економічний транспортний засіб, котрий націлений на полегшення життя людей з вадами рухового апарату нижньої частини тіла.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. BraunAbility® MXV® Power In-Floor Dimensions [Електронний ресурс] / mobilityworks – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mobilityworks.com/vehicles/ford-explorer-braunability-mxv-side-entry/>
2. Новий TRANSIT CONNECT [Електронний ресурс] / ford.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://ford.ua/new-ford-transit-connect>
3. Электроколяска с функцией Вертикализации Meyra Vitea Care HERO STAND UP Power Chair Max 9,5km [Електронний ресурс] / Rehabexpert.eu – Режим доступу до ресурсу: <https://rehabexpert.eu/p32076595-elektrokyaska-funksiej-vertikalizatsii.html>
4. The Tek RMD [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.matiarobotics.com/>
5. Электрические приставки для кресел-колясок [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://unacare.ru/images/catalog/consoles/docs/Pasport\\_UNAwheel\\_V1.pdf](http://unacare.ru/images/catalog/consoles/docs/Pasport_UNAwheel_V1.pdf)
6. The Pendel: a unique scooter for wheelchair users [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.huka.nl/en/product/pendel/>
7. Kenguru - Specialised electrical car for disabled people [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kengurucars.co.uk/>
8. Карасев С. EQUAL: городской мини-автомобиль для людей с ограниченными возможностями [Електронний ресурс] / Сергей Карасев. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://3dnews.ru/791432>
9. Пенсия по инвалидности 2020: размер выплат 1, 2, 3 группе инвалидов [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lawportal.com.ua/pensiya-po-invalidnosti-razmer-vyplat.html>
10. Пенсия по инвалидности 2020 [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lawportal.com.ua/pensiya-po-invalidnosti-razmer-vyplat/page2.html>

11. Безопасность автомобильных и транспортных средств [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autoezda.com/ekspluation/849bezopasnostautomobileu.html>
12. Кітраль О. Смертність на дорогах України: озвучено криваву статистику за 2018 рік [Электронный ресурс] / Олександр Кітраль. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.obozrevatel.com/ukr/crime/smertnist-na-dorogah-ozvuchena-krivava-statistika-za-2018-rik.htm>
13. Буянкин. Основы конструирования автомобилей (Учебное пособие) / Буянкин, Ромашко. – Кемерово, 2013.
14. Буянкин. Основы конструирования автомобилей (Учебное пособие) / Буянкин, Ромашко. – Кемерово, 2013, с. 68.
15. Рама автомобиля [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://autoustroistvo.ru/nesuschaya-konstruktsiya/rama-avtomobilya/>
16. Никитин Д. Рамная философия [Электронный ресурс] / Дмитрий Никитин – Режим доступа до ресурсу: <https://kuzov-media.ru/articles/Ramnayafilosofiya.html>
17. На чём держатся наши автомобили, что, как и почему. [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.drive2.ru/b/655138/>
18. Рама автомобиля [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://autoleek.ru/nesushhaja-sistema/platforma-i-rama-avtomobilja/rama-avtomobilya.html>
19. ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки, 1994.
20. Стандартиформ. Эргономика транспортных средств. Требования к рабочему месту водителя автобуса. [Электронный ресурс] / Стандартиформ. – 2012 – Режим доступа до ресурсу: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/norma/393493/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/393493/)
21. Основные методы эргономических исследований [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/6152671/>.

22. Евдокимов И. Проектирование и расчёт порохового ракетного двигателя и моделирование его использования на изделии [Электронный ресурс] / И. Евдокимов, С. Зубарев. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tflexcad.ru/contests/zachet/Proektirovanie%20i%20raschjot%20porohovogo%20raketnogo%20dvigatelja%20i%20modelirovanie%20ego%20ispolzovaniya%20na%20izdelii/>
23. INVENTOR [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>
24. SOLIDWORKS [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.solidworks.com/ru>
25. ТРУБИ СТАЛЕВІ ІЗОЛЬОВАНІ ДСТУ (ГОСТ) 8734-75. Безшовні холоднодеформовані.
26. ТРУБИ СТАЛЕВІ КВАДРАТНІ ДСТУ (ГОСТ) 8639-82.
27. «ФУНДАМЕНТ» АВТОМОБИЛЯ [Электронный ресурс] // "Моделист-Конструктор". – 1988. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.hobbyport.ru/mk\\_other/okb\\_mk/8807\\_fundament\\_avtomobilya.htm](http://www.hobbyport.ru/mk_other/okb_mk/8807_fundament_avtomobilya.htm).
28. Инвалидная коляска [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%81%D0%BA%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%81%D0%BA%D0%B0)
29. Пиндус Ю. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни особливості то і ремонту спеціалізованого рухомого складу / Юрій Пиндус. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2016. – 56 с.
30. Что называют кузовным стапелем, назначение стапеля в автомобильном мире [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://auto.today/bok/5570-cto-nazyvayut-kuzovnym-stapelem-naznachenie-stapelya-v-avtomobilnom-mire.html>

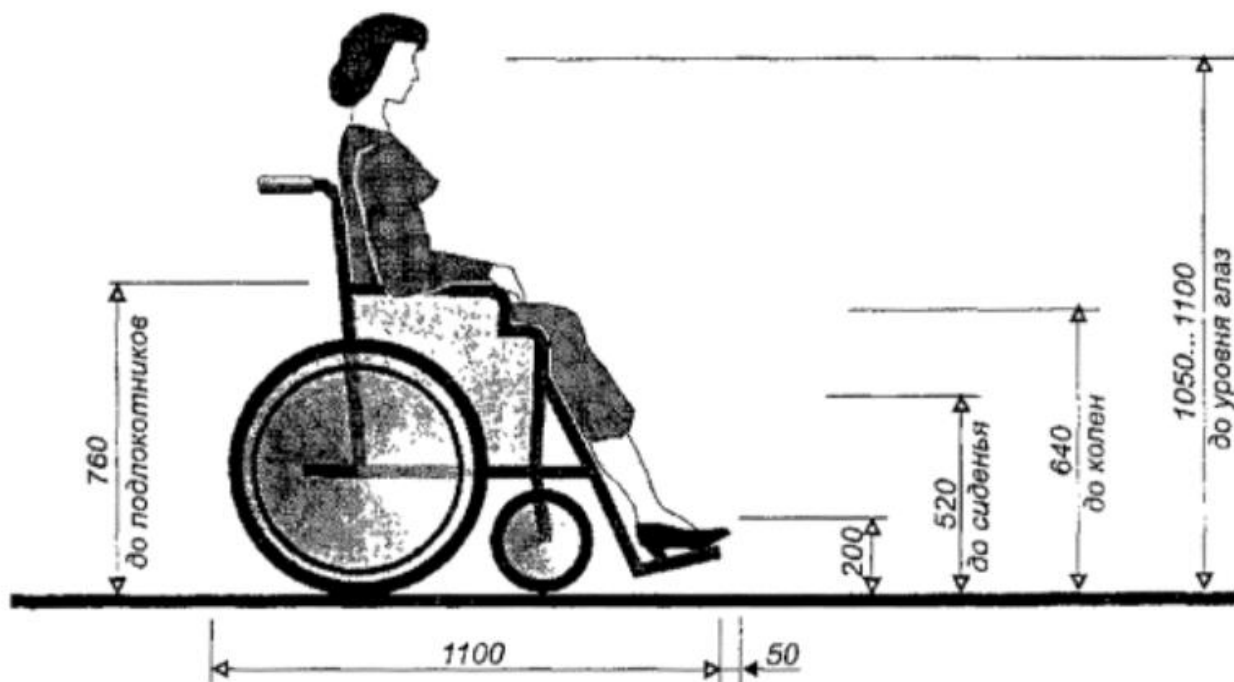
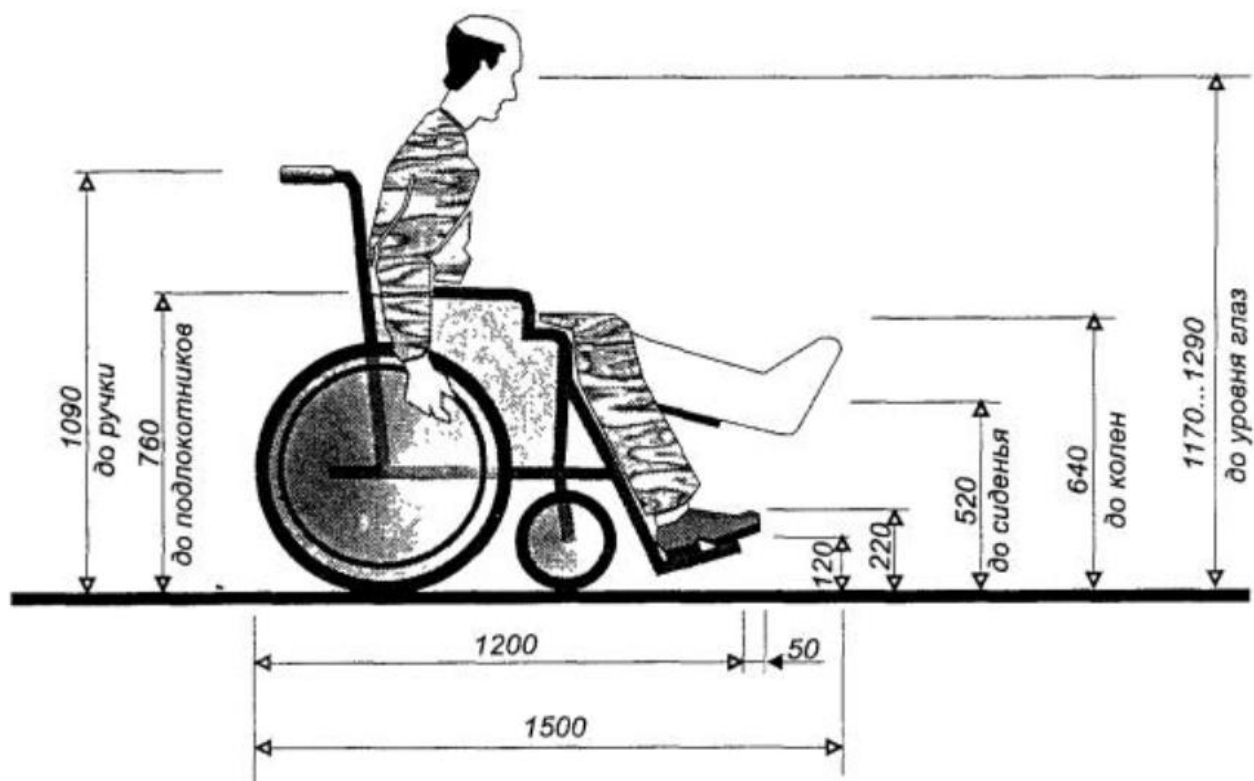
31. Файл формата DXF [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://filesreview.com/ru/info/dxf>
32. Лазерный станок Gigo 1325 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://prostocnc.com/lazernye-stanki/seriya-gigo/g1325>
33. Шліфмашина эксцентрикова Dnipro-M PE-50S [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/shlifmashina-ekstsentrkovaya-dnipro-m-pe-50s/>
34. Круг шліфувальний самозачепний Dnipro-M P80 125 мм 50 шт/уп [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/krug-shlifovalnyj-abrazivnyj-p80-50-sht/>
35. Напівавтомат інверторний IGBT MIG/MMA Dnipro-M SAB-310 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/poluvavtomat-invertornyy-igbt-mig-mma-dnipro-m-sab-310/>
36. Electrodes Dnipro-M 3 mm 1 kg [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/svarochnye-elektrody-dnipro-m-3-mm-1-kg/>
37. Шліфувально-гравіювальна машина Dnipro-M SG-20X [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/shlifovalno-gravirovalnaya-mashina-sg-20x/>
38. Особенности сварки различных видов сталей [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://svaring.com/welding/soedinenie/svarka-stali#i>
39. Шкляревский Ю. Основные виды сварки MMA, TIG, MIG-MAG [Электронный ресурс] / Юрий Шкляревский – Режим доступа до ресурсу: <https://www.kuvalda.ru/blog/articles/polz/osnovnye-vidy-svarki.html>
40. Стрічкопильний верстат по металу FDB Maschinen SG 409 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://hotline.ua/tools-lentochnopilnye-stanki/fdb-maschinen-sg-409/>
41. Ленточные пилы ТМ «FORTEH» [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://forteh.space/ru/>



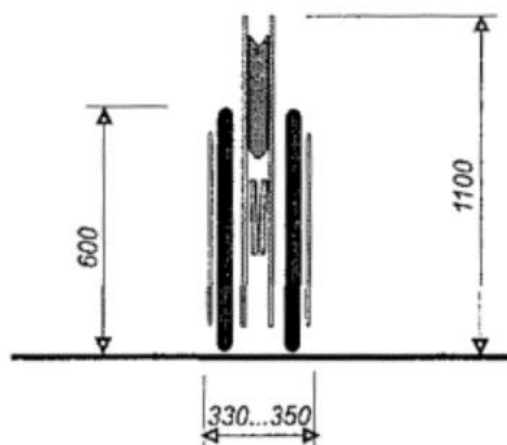
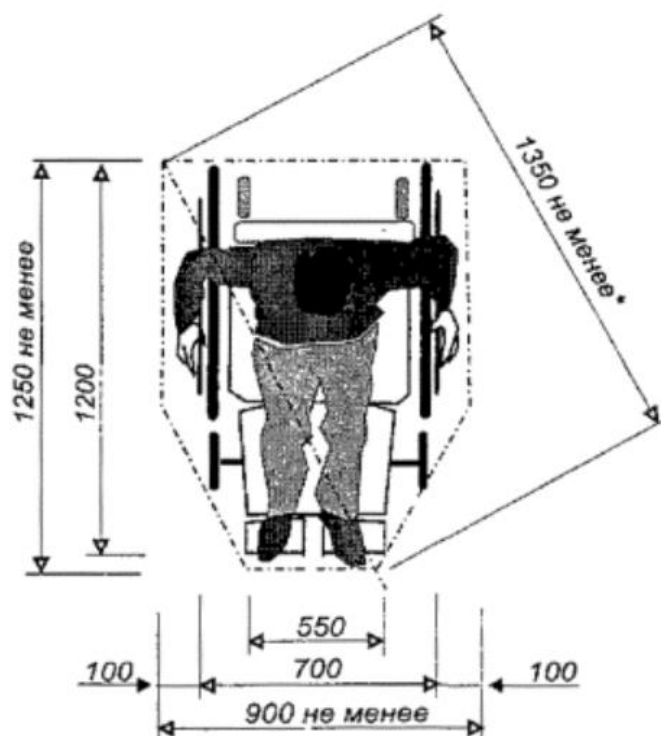
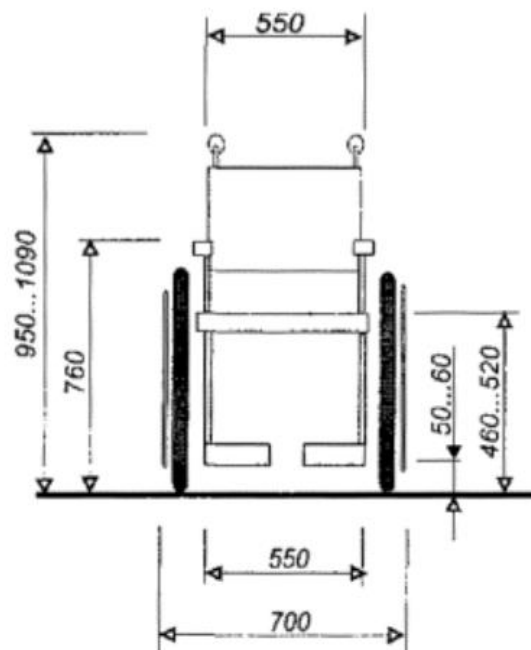
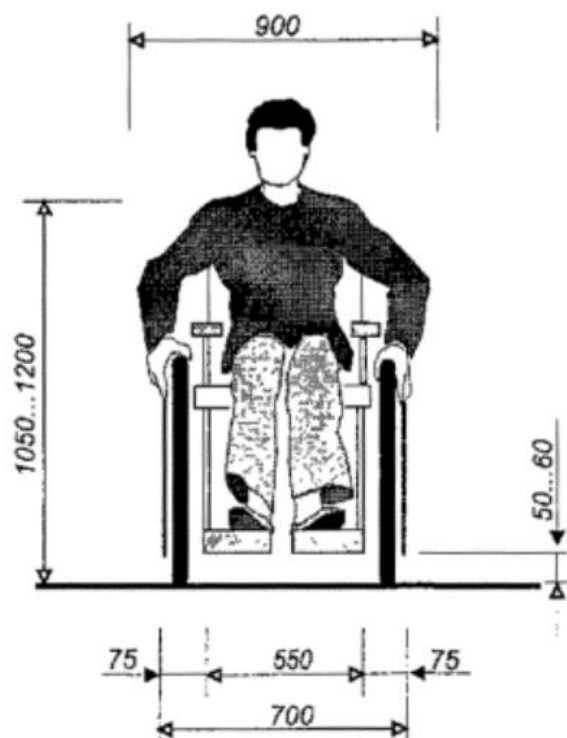
42. Шліфмашина кутова Dnipro-M GL-160SE [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/shlifmashina-uglovaya-gl-160se/>
43. Диск зачисний Dnipro-M Ultra 125 6,0 мм 22.2 мм [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://dnipro-m.ua/uk/tovar/disk-zachistnoj-ultra-125-60-mm-222-5-sht/>
44. Запорожский автомобилестроительный завод [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9\\_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4)
45. 3АЗ будет выпускать вместо Славуты автомобили для инвалидов [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://focus.ua/lifestyle/174845>
46. Carospeed® Classic [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.braunability.eu/en/products/driving-aids/carospeed-classic/>

# Додатки

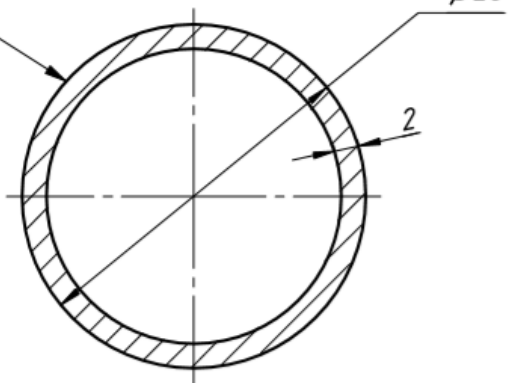
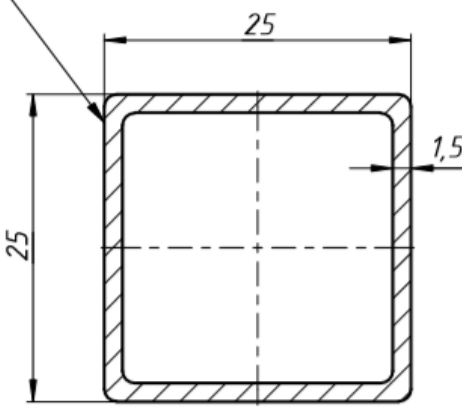
## Додаток А – Стандартні розмірів користувачів на візках.



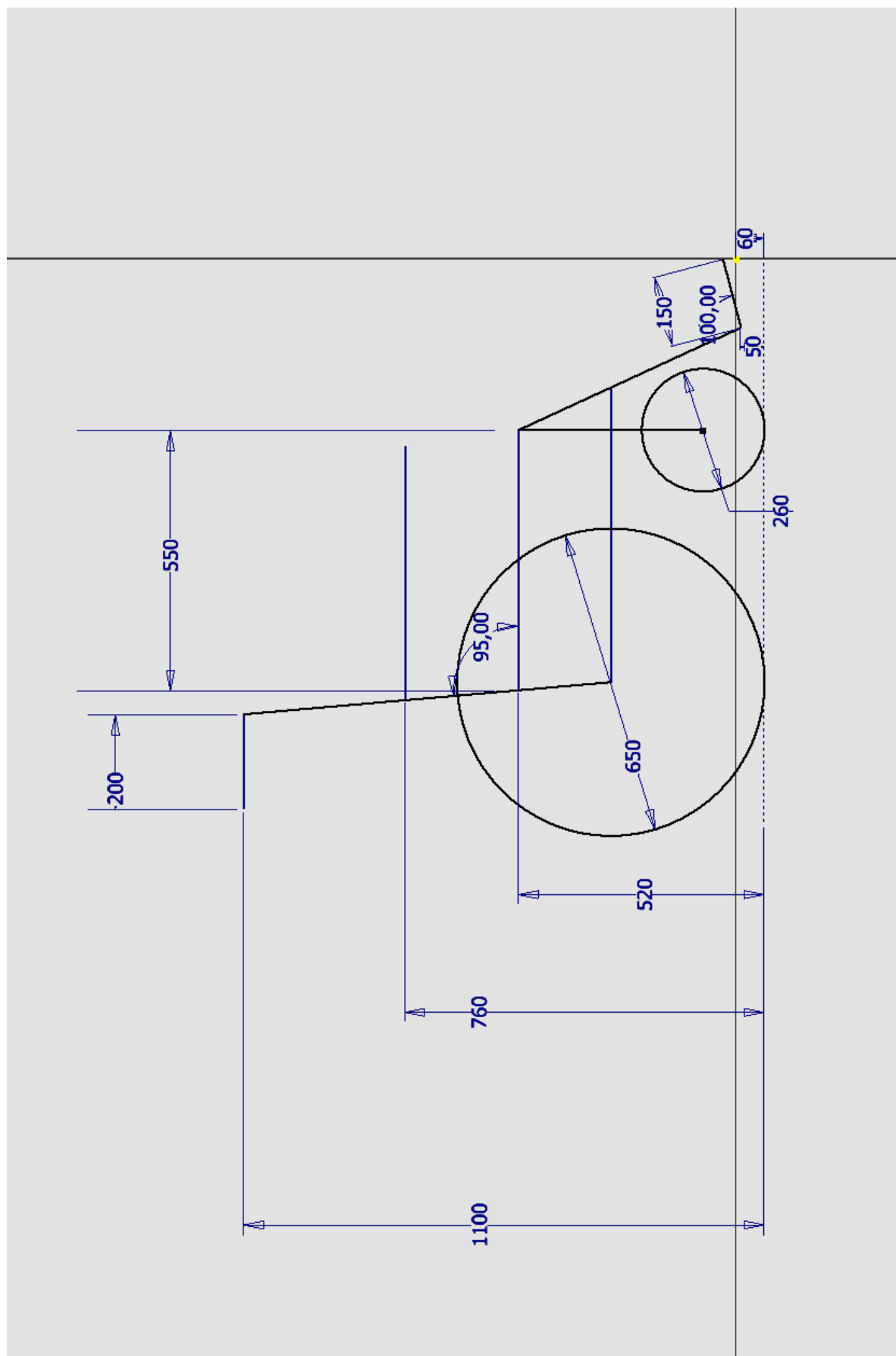
## Додаток Б – Стандартні розміри візка.



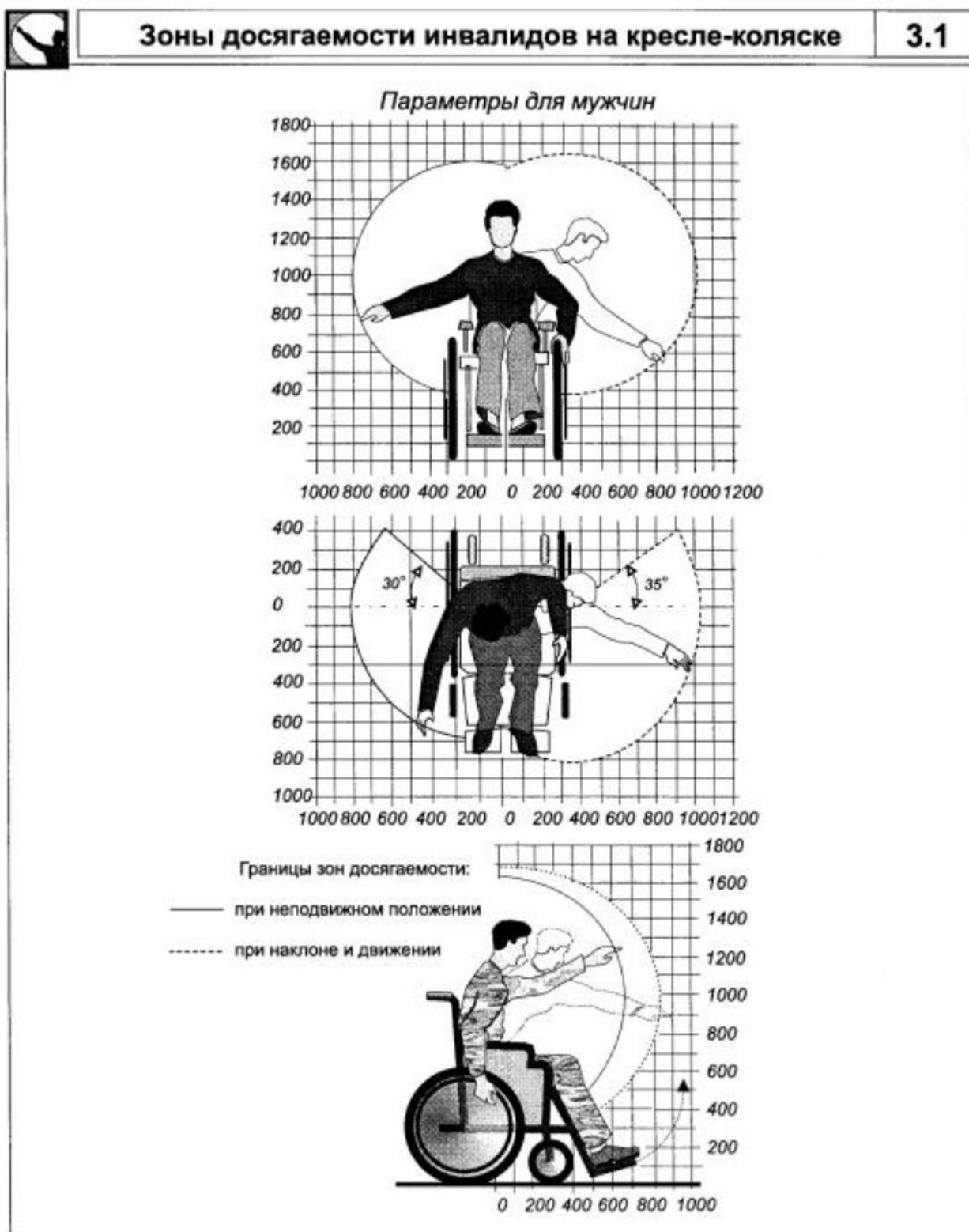
## Додаток В – Профілі труб обраних для аналізу.

Перв. примен.	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px 10px;"> <i>обрані типи труб</i> </div>								
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>ДСТУ 8734-75</p>  <p>Ø28 2</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ДСТУ 8639-82</p>  <p>25 25 1,5</p> </div> </div>								
Справ. №									
Подп. и дата									
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <i>Обрані типи труб</i> </div>			
	Разраб.	Denis Freestov							
	Пров.					Лит.	Масса	Масштаб	
	Т. контр.					Лист	Листов	1	
	Нач. отд.								
	Н. контр.								
	Утв.								
Копировал _____ Формат А4									

Додаток Г – Розміри 3D креслення візка.

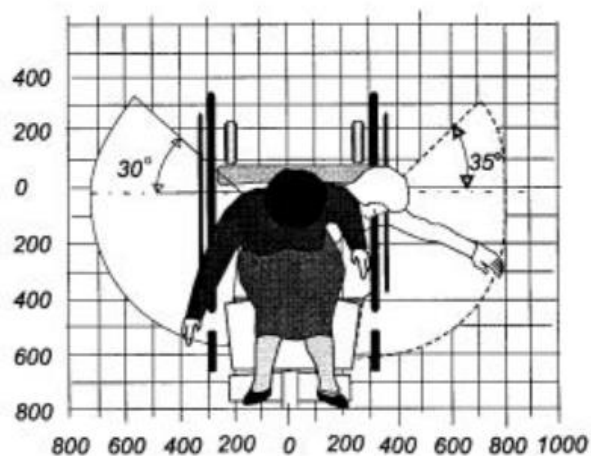
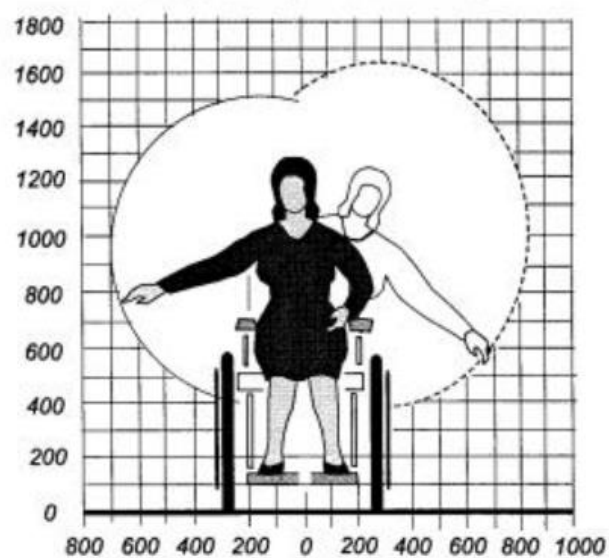


Додаток Д – Зони досяжності людей з обмеженими можливостями на візку.

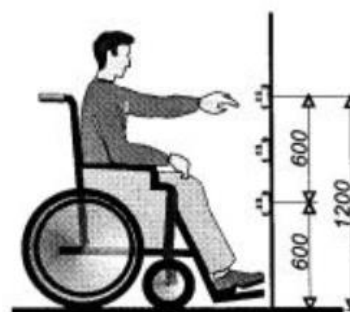
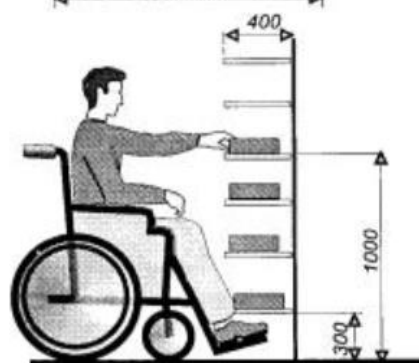
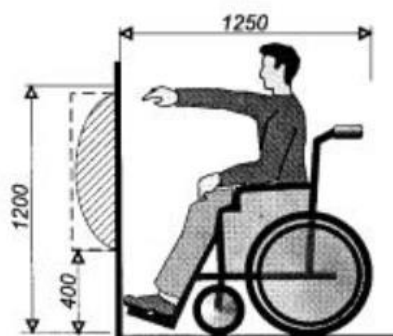
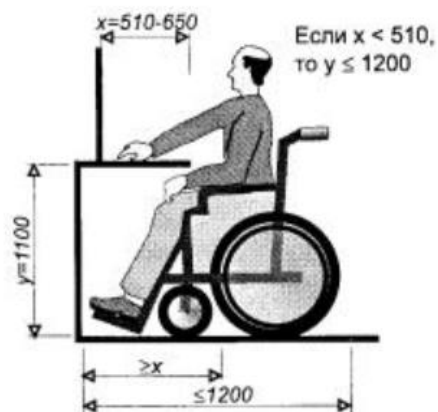
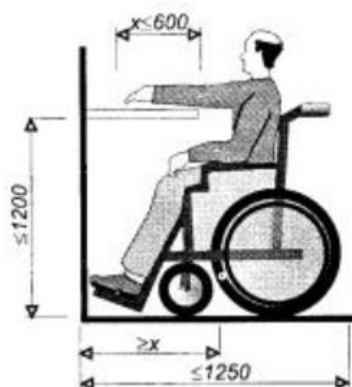
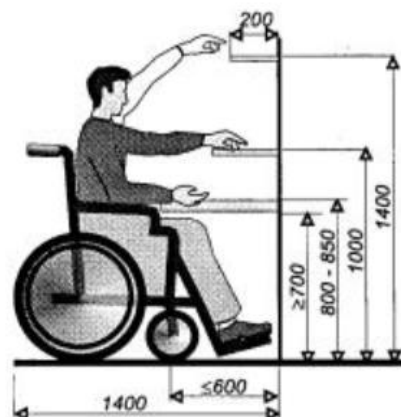
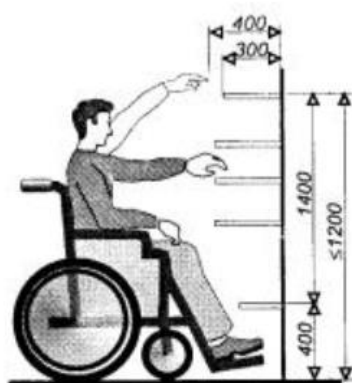




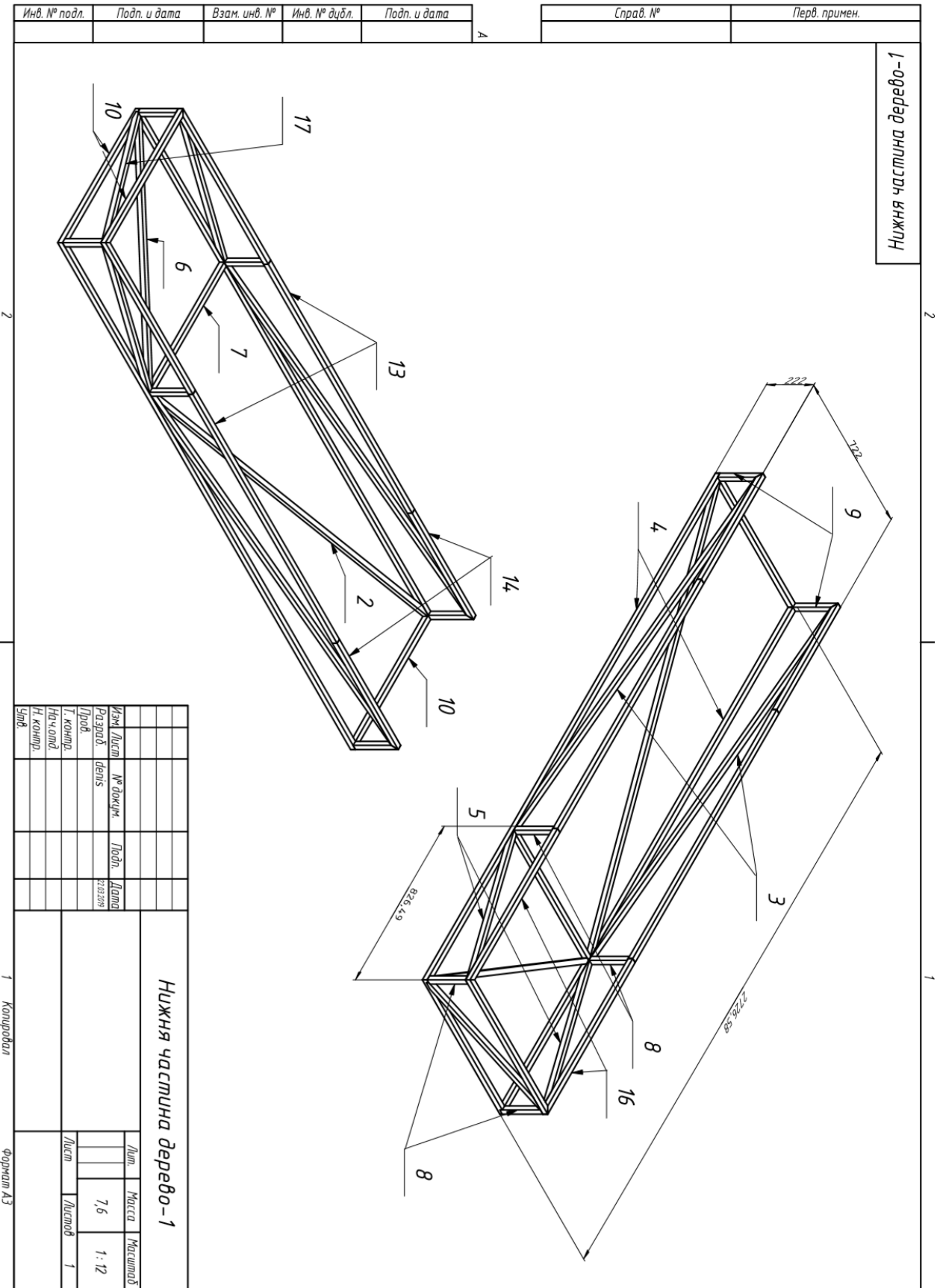
Параметры для женщин



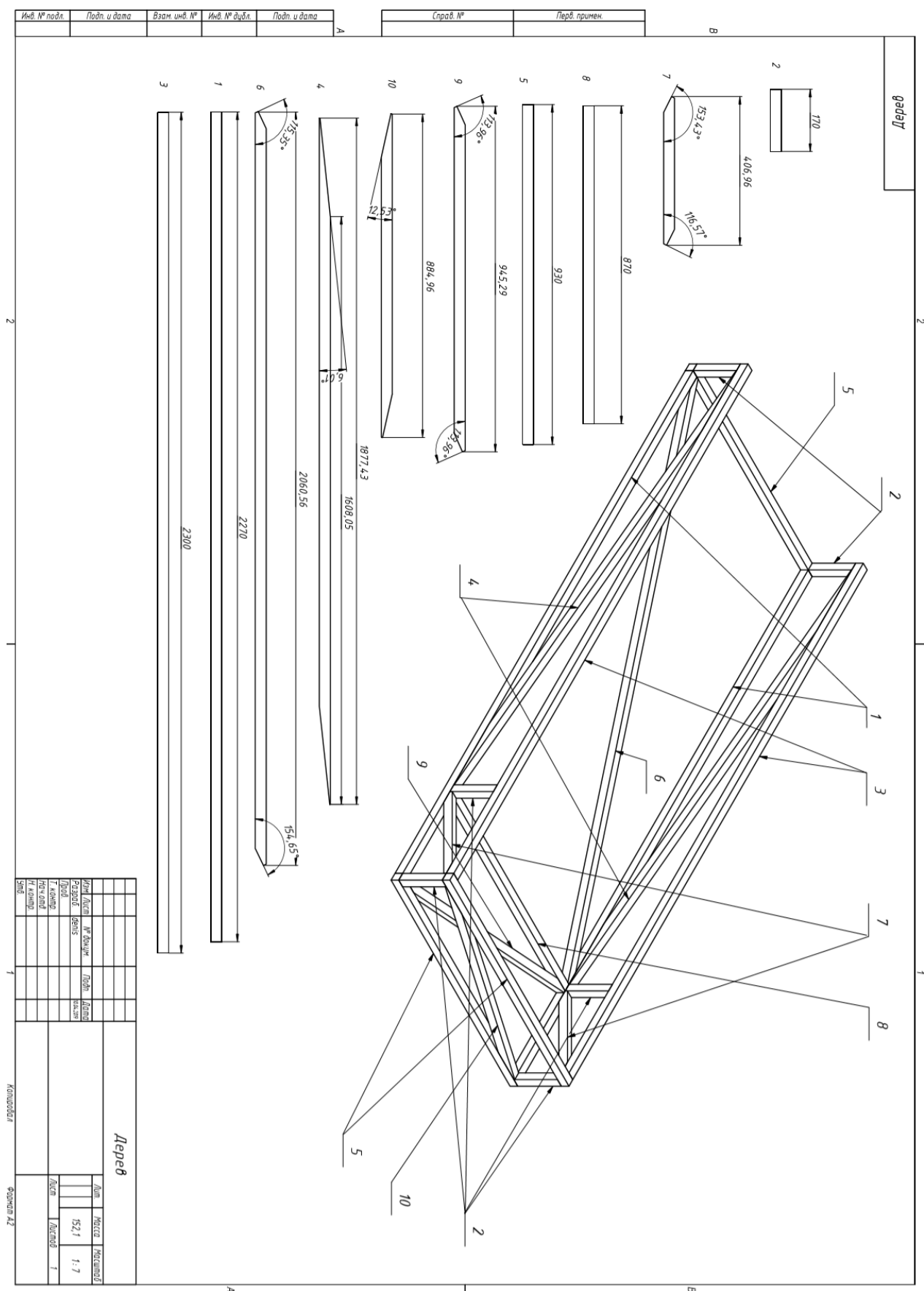




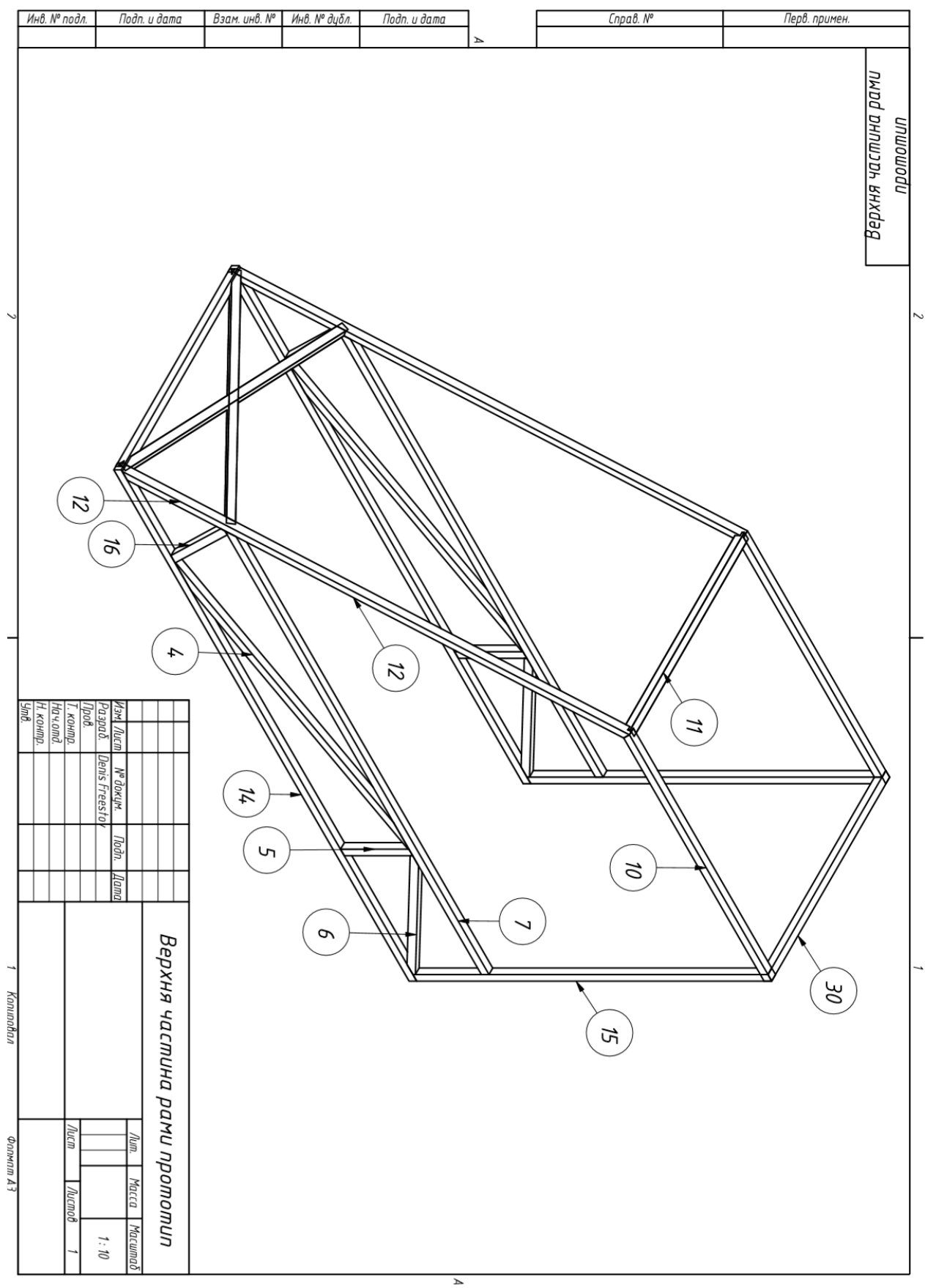
Додаток Е – Складальне креслення нижньої частини рами.



### Додаток Є – Виробниче креслення нижньої частини рами.



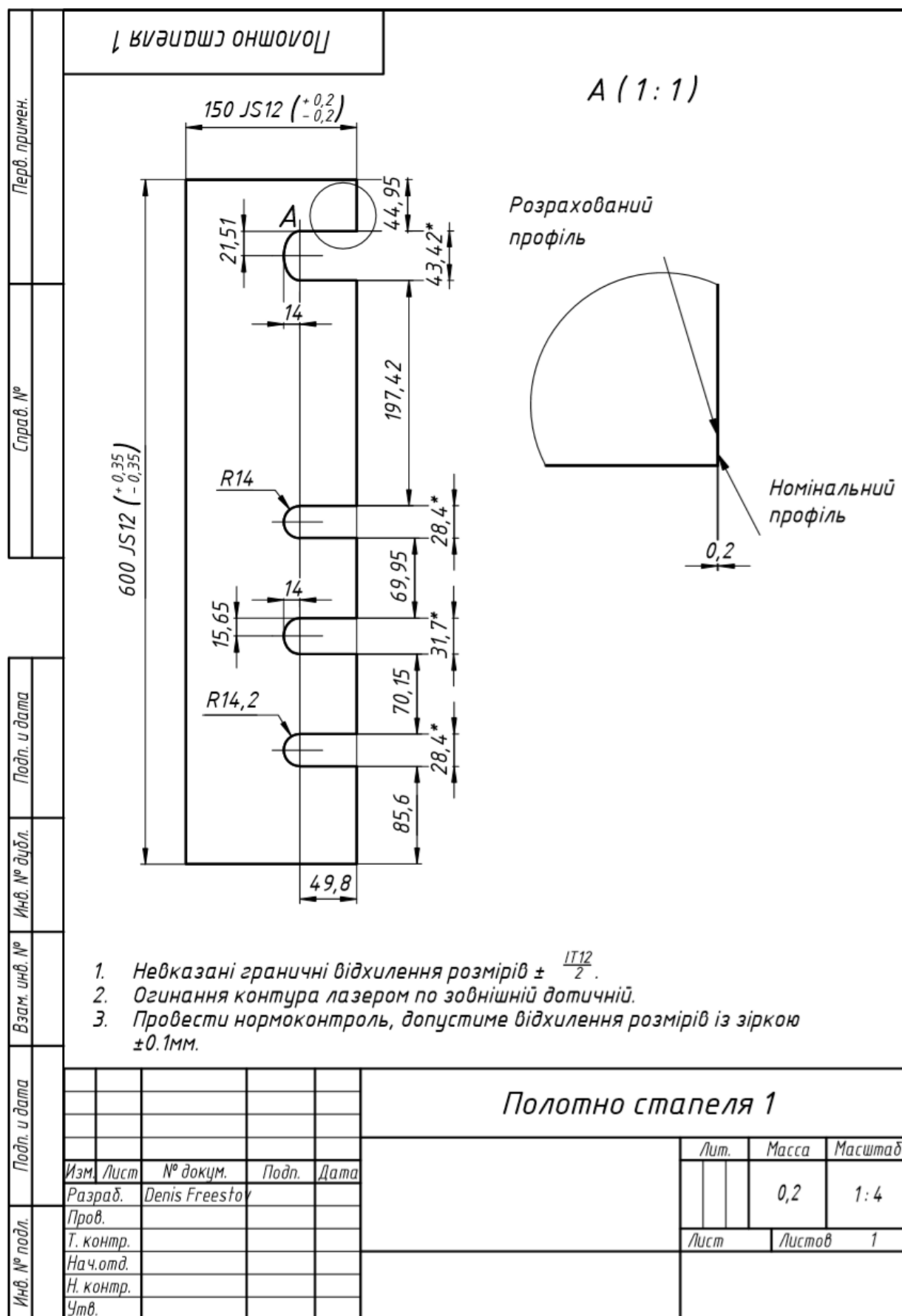
Додаток Ж – Складальне креслення верхньої частини рами.



### Додаток 3 – Специфікація рами.

	A	B	C	D	E
1	Номер	Значення	Кількість	Довжина	Опис
2	1	Рама	1	1	
3	2	Труба 28x1,5-900 ГОСТ 8734-75	2	900,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
4	3	Труба 28x1,5-1100 ГОСТ 8734-75	2	1100,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
5	4	Труба 28x1,5-1400 ГОСТ 8734-75	2	1400,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
6	5	Труба 28x1,5-1843,909 ГОСТ 8734-75	2	1843,909 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
7	6	Труба 28x1,5-982,915 ГОСТ 8734-75	2	*Varies *	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
8	7	Труба 28x1,5-332,277 ГОСТ 8734-75	2	332,277 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
9	8	Труба 28x1,5-2042,857 ГОСТ 8734-75	2	2042,857 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
10	9	Труба 28x1,5-1362,222 ГОСТ 8734-75	2	1362,222 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
11	10	Труба 28x2-300 ГОСТ 8734-75	2	300,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
12	11	Труба 28x1,5-200 ГОСТ 8734-75	2	200,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
13	12	Труба 28x1,5-447,214 ГОСТ 8734-75	2	447,214 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
14	13	Труба 28x1,5-921,954 ГОСТ 8734-75	2	921,954 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
15	14	Труба 28x2-631,819 ГОСТ 8734-75	2	631,819 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
16	15	Труба 28x2-645,21 ГОСТ 8734-75	2	645,210 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
17	16	Труба 28x2-466,842 ГОСТ 8734-75	2	466,842 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
18	17	Труба 28x2-571,223 ГОСТ 8734-75	2	571,223 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
19	19	Труба 28x2-1540 ГОСТ 8734-75	1	1540,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
20	20	Труба 28x2-2300 ГОСТ 8734-75	2	2300,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
21	21	Труба 28x2-47,716 ГОСТ 8734-75	2	47,716 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
22	22	Труба 28x2-900 ГОСТ 8734-75	4	900,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
23	24	Труба 28x2-270 ГОСТ 8734-75	2	270,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
24	25	Труба 28x2-1328,777 ГОСТ 8734-75	2	1328,777 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
25	26	Труба 28x2-200 ГОСТ 8734-75	6	200,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
26	27	Труба 28x2-984,886 ГОСТ 8734-75	2	984,886 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
27	28	Труба 28x2-400 ГОСТ 8734-75	2	400,000 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
28	29	Труба 28x2-1343,744 ГОСТ 8734-75	2	1343,744 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные
29	30	Труба 28x2-2102,38 ГОСТ 8734-75	2	2102,380 мм	Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные

## Додаток И – Виробниче креслення полотна стапеля 1.



Копировал

Формат А4